

geos



GEOS

<http://www.ugm.org.mx/geos.html>

BOLETÍN INFORMATIVO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

GEOS se publica dos veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. Mesa Directiva 2014-2015

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dra. Tereza Cavazos
División de Oceanología, CICESE
Presidente

Dra. Xyoli Pérez Campos
Instituto de Geofísica, UNAM
Vicepresidente

Dr. Víctor Manuel Wong Ortega
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Tesorero

Dr. Raúl Castro Escamilla
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Secretario General

Dr. Noel Carbajal Pérez
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
Secretario de Investigación

Dra. Ligia Pérez Cruz
Instituto de Geofísica, UNAM
Secretario de Difusión

Dra. María del Sol Hernández
Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM
Secretario de Educación

Dr. Thierry Calmus
Instituto de Geología, UNAM
Secretario Internacional

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana (UGM), se edita conjuntamente por la UGM y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) bajo el patrocinio del CICESE. Se publica dos veces al año, contiene artículos originales de investigación, artículos de divulgación, notas cortas, aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada número y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>.
GEOS (ISSN 0186-1891) se edita en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

Dirigir toda correspondencia a:
Editorial GEOS
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ldelgado@cicese.mx
Tel. en Ensenada B.C.: (646)175-0500, Ext. 26060

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Ligia Pérez Cruz
perezacruz@geofisica.unam.mx
UGM

Comité Editorial

Harald Böhnelt, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICYT
Oscar Campos, UNAM
Gerardo Carrasco, UNAM
Ana Luisa Carreño, UNAM
Carlos Flores Luna, CICESE
Juan García Abdeslem, CICESE
René Garduño, UNAM
Gustavo Tolson, UNAM

Apoyo Técnico Editorial

Angel Daniel Peralta Castro
Humberto Santana Benítez Pérez
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo
Lil J. Bidart Escobar

Título: GEOS

Periodicidad: semestral

ISSN: 0186-1891

Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carret. Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

Editorial

La Unión Geofísica Mexicana, A. C. (UGM) es una asociación académica que congrega a la mayor parte de los especialistas en ciencias de la Tierra del país. La UGM está constituida por secciones representativas de las diferentes disciplinas de las ciencias de la Tierra y su espacio exterior: Atmósfera, Ciencias Espaciales, Oceanografía y Limnología y Tierra Sólida. La UGM fue fundada en 1960 con el objetivo de promover el estudio científico de la Tierra, difundir y fomentar el conocimiento de las disciplinas geofísicas y fomentar la cooperación entre especialistas, así como promover y coordinar programas de investigación científica tanto a nivel nacional como aquellos de cooperación internacional. De particular interés son las labores y actividades relacionadas con la enseñanza, la difusión y divulgación de las ciencias de la Tierra. Para mayor información visitar la página <http://www.ugm.org.mx>.

A nombre de la mesa directiva 2014-2015 y de los representantes de las secciones, con gusto les presento la edición número 54 de la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana 2014 (RAUGM). En la RAUGM se dieron a conocer los avances de las investigaciones en ciencias de la Tierra de México y de otros países y la reunión sirvió para fortalecer las colaboraciones entre la academia, las instituciones que toman decisiones, las empresas y la sociedad. En este número de GEOS se presentan 868 resúmenes distribuidos en 19 sesiones regulares y 19 sesiones especiales con temas emergentes y de frontera y 6 plenarias de un total de 1064 participantes nacionales e internacionales. En la RAUGM también hubo 4 cursos científicos y una excursión. Como en años anteriores, en las sesiones y cursos se buscó fortalecer la investigación básica e interdisciplinaria, así como la educación geocientífica y los foros de análisis y discusión de temas de vanguardia, con énfasis en los retos y perspectivas del desarrollo científico para los próximos años. Por primera ocasión, en la RAUGM tuvimos un In Memorial para reconocer a cuatro geocientíficos que se nos adelantaron el 2014 y que jugaron un papel muy importante en las geociencias en México.

La mesa directiva coordina y promueve varios programas para impulsar y estimular a estudiantes y académicos de ciencias de la Tierra y para promover la colaboración de la UGM con instituciones académicas y empresas relacionadas con las ciencias de la Tierra. Durante el 2014 se apoyaron los siguientes programas:

Programa de divulgación científica y apoyo a la educación. Por segundo año consecutivo se llevaron a cabo los webinaros de divulgación científica y por primera vez se realizaron webinaros de difusión de posgrados nacionales coordinados por la Dra. Xyoli Pérez Campos, vicepresidenta de la UGM. Se publicaron regularmente el Geos y la Gaceta y se hizo difusión continua de la ciencia en Facebook y Twitter de la UGM. Además, la UGM colabora con el Instituto de Geofísica de la UNAM en la publicación de Geofísica Internacional, revista científica que se encuentra en el Science Citation Index.

La UGM estuvo presente en las exposiciones internacionales de la EAGE en Amsterdam y de la AGU en San Francisco, participaciones que planeamos continuar durante el 2015. Desde el 2014, la UGM es miembro del Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física, A.C. (CAPEF). En los últimos 18 años, la UGM y el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada, B. C. (CICESE) han llevado a cabo las "Olimpiadas de Ciencias de la Tierra" para estudiantes de nivel medio superior en el Estado de Baja California (<http://olimpiadas.ugm.org.mx/>), evento coordinado por el Dr. Enrique Gómez Treviño. Además, la Universidad de Colima ha realizado las olimpiadas por 4 años consecutivos gracias al apoyo de la UGM.

Reconocimiento a la trayectoria científica y al apoyo a la UGM. La mesa directiva de la UGM otorga cada dos años, durante la RAUGM, la Medalla Mariano Bárcena a miembros que se han distinguido por una larga trayectoria académica y de investigación, y por sus acciones en favor del fortalecimiento de la UGM. Este año el ganador fue el Dr. Avtandil Gogichaisvili.

Reconocimiento a la trayectoria académica. El premio Maestro del Año en Ciencias de la Tierra lo otorga la mesa directiva de la UGM cada año en la RAUGM a miembros que se han distinguido por una reconocida trayectoria académica. Este año quedó desierto.

Programa de vinculación con y entre estudiantes. Este programa fomenta la participación de estudiantes de licenciatura en la RAUGM. Como parte de este programa, los estudiantes tienen la opción de participar en el concurso de Conocimientos en Ciencias de la Tierra o de ayudar en la logística de la RAUGM. Este año se apoyaron a 87 estudiantes gracias a la ayuda financiera de la UNAM y el CICESE y el pago de las membresías. Los ganadores del concurso de conocimientos fueron: 1er Lugar: José Carlos Pérez Solís y Jorge López Martínez de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 2º Lugar: Fernando Martínez Cuevas y María Guadalupe Olguín Martínez de la Universidad de Sonora. 3er Lugar: Juan Carlos Castillo Reynoso y Julio César Gómez Rivera de la Universidad Autónoma de Puebla.

Programa de estímulo a la excelencia estudiantil en la RAUGM. Su objetivo es promover y estimular la participación de estudiantes en la RAUGM con la presentación de trabajos orales y en formato de cartel. Las mejores presentaciones a nivel de licenciatura y posgrado para cada una de las cuatro secciones de la UGM fueron:

Atmósfera

Licenciatura

Pablo Andrés Vázquez Calva

Primeras mediciones de núcleos de depositación de hielo en México

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

Sesión Regular CCA

Posgrado

José Francisco León Cruz

Tornados en México y sus condiciones meteorológicas

Estudiante de Maestría, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

Sesión Regular CCA

Ciencias Espaciales

Licenciatura

Desierto

Posgrado

Rebeca López Montes

Perturbaciones ionosféricas asociadas a eventos solares de alta energía

Estudiante de Doctorado, Centro de Geociencias, UNAM

Sesión Regular FE

Oceanografía y Limnología

Licenciatura

Suleyma Sánchez

Dinámica de la producción primaria y de zooplancton en la surgencia de cabo catoche a través de mediciones in situ y sensores acústicos

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV-Merida

Sesión Especial SE20

Posgrado

Laura del Pilar Echeverri García

Variación en los ensamblajes de larvas de peces asociados a las estructuras de mesoescala en el golfo de México

Estudiante de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

Sesión Especial SE15

Tierra Sólida

Licenciatura

Diana Vargas

Tomografía de resistividad eléctrica tri-dimensional (tre-3d), una herramienta útil para investigar el subsuelo de estructuras arqueológicas

Instituto de Geofísica, UNAM

Sesión Regular AR

Posgrado

José Luis Abella Gutiérrez

Clubes de ciencia México; educación científica para jóvenes mexicanos a través de redes internacionales de mentoreo

Estudiante de Doctorado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

Sesión Especial SE18

Agradezco a los miembros de la mesa directiva 2014-2015 por su enorme esfuerzo y gran apoyo en todas las actividades de este año: Xyoli Pérez Campos, Víctor Wong, Raúl Castro, Ligia Pérez, Noel Carbajal, María del Sol Hernández, Thierry Calmus y Ana María Soler. También agradezco enormemente y de manera muy especial al Comité Técnico Organizador: Daniel Peralta, Humberto Benítez, Sergio Arregui y José Mojarro y la ayuda de Fernanda Sánchez Elguera y de los estudiantes que nos apoyaron en la logística de la RAUGM. Además, es de destacar la labor del Comité de Premiaciones de la UGM, de los representantes de las cuatro secciones de la UGM, de los organizadores de sesiones y cursos, de los delegados estatales por su ayuda voluntaria en las diferentes actividades de la UGM.

Esta reunión anual así como las actividades educativas, de divulgación y de difusión de la UGM son posibles gracias al pago de las membresías y las generosas contribuciones de la UNAM, el CICESE, el CONACYT y la AMGE. A todos ustedes gracias por seguir apoyando a las geociencias en México.

Desde hace 23 años la RAUGM se ha llevado a cabo en Puerto Vallarta, por eso la Mesa Directiva 2014-2015 decidió que el logo de la reunión 2014 tuviera un tema alusivo a la cultura de esta región. El diseñador Álvaro E. Reynoso integró el tema central de la Tierra y las cuatro áreas del conocimiento de la UGM (Tierra sólida, Oceanografía y Limnología, Atmósfera, y Ciencias Espaciales) en las 4 esquinas del diseño utilizando aspectos de las artesanías hechas con pequeñas cuentas/chaquira, características de los artesanos Huicholes de esta región.



Reunión Anual de la UGM 2014

Dra. Tereza Cavazos
Presidenta 2014-2015
Unión Geofísica Mexicana, A. C.
<http://www.ugm.org.mx>

Estructura de la Reunión Anual 2014

La Reunión Anual 2014 ofrece un total de 868 trabajos aceptados repartidos en 19 sesiones regulares y 19 sesiones especiales. Distinguidos especialistas de nuestro país y del extranjero ofrecen conferencias plenarias en cuatro áreas de interés. Estaremos sesionando en cinco salas simultáneamente y tendremos un área de carteles y exposición con 16 expositores de los sectores privado, público y académico. Se ofrecen además cuatro cursos de capacitación sobre temas de interés diverso para estudiantes y especialistas.

Conferencias Plenarias

Servicio Sismológico Nacional: logros, retos y perspectivas

Xyoli Pérez-Campos

Jefa del Servicio Sismológico Nacional

Oceanografía en aguas profundas del Golfo de México: aprendizajes y retos de una ciencia en expansión

Paula Pérez Brunius

Investigadora del Departamento de Oceanografía Física, CICESE

Las políticas de investigación del estado mexicano sobre cambio climático

María Amparo Martínez Arroyo

Directora del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Interacción del viento solar con el campo magnético terrestre

Xochitl Blanco Cano

Investigadora del Instituto de Geofísica, UNAM

Tectonic history of the oceanic plates west of México / Historia tectónica de las placas oceánicas del oeste de México

Joann M. Stock

Professor of Geology and Geophysics, California Institute of Technology

Energía, economía y ambiente: nuevos paradigmas del siglo 21

Luca Ferrari

Investigador del Centro de Geociencias, UNAM

In Memoriam

Dr. **Miguel Lavín**, impulsor de la oceanografía física en México y miembro muy activo de la UGM (ver SE22).

Dr. **Ernesto Jáuregui Ostos**, reconocido por ser pionero de la climatología urbana en México y miembro muy activo de la UGM.

Dr. **Laurence Mee**, Director de la Asociación Escocesa de Ciencias Marinas y recordado en México por su participación en el diseño de los laboratorios de los buques oceanográficos "El Puma" y el "Justo Sierra".

Dr. **Zoltan de Cserna**, reconocido por sus trabajos sobre evolución geológica de México.

Sesiones Regulares

Arqueometría (AR)

Organizadores:

Ana María Soler, Galia González, Rodrigo Esparza

Ciencias de suelo (CS)

Organizadores:

Francisco Bautista, Gilberto Hernández

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)

Organizadores:

Cuauhtémoc Turrent, Ruth Cerezo Mota, José Antonio Salinas

Exploración Geofísica (EG)

Organizadores:

Marco A. Pérez Flores, Claudia Arango Galván

Física Espacial (FE)

Organizadores:

Ernesto Aguilar, Román Pérez Enríquez, Guadalupe Cordero

Geodesia (GEOD)

Organizadores:

Juan García Abdeslem, Bertha Márquez

Geohidrología (GEOH)

Organizadores:

José Alfredo Ramos Leal, Jaime Carrera Hernández

Geología del petróleo (GP)

Organizadores:

Enrique Coconi, Alberto Arias

Geología estructural y tectónica (GET)

Organizadores:

Rosalva Pérez, Rafael Barboza Gudiño, Mariano Cerca

Geología y geofísica ambiental (GGA)

Organizadores:

Damiano Sarocchi

Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)

Organizadores:

Edgardo Cañón, Juan Morales, Roberto Molina

Geoquímica y petrología (GEOQP)

Organizadores:

María Teresa Orozco, Martín Valencia Moreno

Modelación de sistemas geofísicos (MSG)

Organizadores:

Guillermo Hernández

Oceanología (OCE)

Organizadores:

Francisco J. Ocampo, Jorge Zavala, David Salas de León, Emilio Beier

Paleontología (PALEO)

Organizadores:

Oscar Carranza

Riesgos naturales (RN)

Organizadores:

Carlos Welsh Rodríguez, Luis A. Delgado Argote

Sedimentología y estratigrafía (SED)

Organizadores:

Martin Guerrero, Tim Lawton

Sismología (SIS)

Organizadores:

Allen Husker, Francisco Zúñiga, Roberto Ortega

Vulcanología (VUL)

Organizadores:

Pablo Dávila Harris, José Luis Macías, Lucia Capra

Sesiones Especiales

Simposio del 10o Aniversario del Experimento del Monzón de América del Norte (NAME) / North American Monsoon Experiment (NAME) 10th Anniversary Symposium (SE01)

Organizadores:

Theodore J. Bohn, Jaime Garatuza Payan, Enrique R. Vivoni

Modelación climática regional y CORDEX (SE02)

Organizadores:

Ruth Cerezo-Mota, Ramón Fuentes-Franco

Las Ciencias de la Tierra en el marco del primer Reporte Mexicano de Cambio Climático (SE03)

Organizadores:

Benjamín Martínez López, Arturo Quintanar Isaías, David Adams, Rosario Romero Centeno

Variabilidad climática del cuaternario en registros continentales y marinos (SE04)

Organizadores:

Ligia Pérez-Cruz, Priyadarsi Roy

Energía y ambiente (SE05)

Organizadores:

José Martínez Reyes, Iván Vera Romero, Melitón Estrada Jaramillo, Agustina Ortiz Soriano

Exploración geotérmica (SE06)

Organizadores:

Rosa Ma. Prol, Víctor Hugo Garduño, José Manuel Romo Jones

Geociencia y percepción remota (SE08)

Organizadores:

Iván Esteban Villalón Turrubiates, Alejandro Monsiváis Huertero, Jesús Soria Ruiz, Guillermo Martínez Flores

Paleoseismology, seismic and tsunami hazard (SE09)

Organizadores:

María Teresa Ramírez-Herrera, Néstor Corona, Marcelo Lagos

Slip on subduction interfaces (SE10)

Organizadores:

Allen L. Husker, Víctor Manuel Cruz Atienza

Retos y logros de las redes sismológicas en México (SE11)

Organizadores:

Xyoli Pérez-Campos, Víctor Wong Ortega

Geoquímica, petrología y geodinámica del NW de México (SE12)

Organizadores:

Jesús Roberto Vidal Solano, Ricardo Vega Granillo, Francisco Abraham Paz Moreno, Saúl Herrera Urbina, Abraham Mendoza Cordova, Luis Delgado Argote

Reconectando el Río Colorado con el Golfo de California: una iniciativa binacional (SE13)

Organizadores:

Jorge Ramírez Hernández, Rogelio Vázquez González, Mario Alberto Fuentes Arreazola

Oceanografía en la Bahía de Todos Santos, B.C. México (SE14)

Organizadores:

Xavier Flores-Vidal, Paula Pérez Brunius

Línea base de los procesos biogeoquímicos y productividad biológica del Golfo de México (SE15)

Organizadores:

Juan Carlos Herguera, Sharon Herzka, Julio Sheinbaum

Oceanografía física del Golfo de México y Mar Caribe (SE16)

Organizadores:

Julio Candela Pérez, Paula Pérez Brunius, José Luis Ochoa de la Torre

Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE18)

Organizadores:

Marina Manea, Diego Armando Gracia Marroquín, Paola Andrea Botero Santa, Adolfo Pacheco Castro

Oceanografía costera (SE20)

Organizadores:

Christian M. Appendini, Cecilia Enriquez Ortiz, Ismael Mariño Tapia, Roberto Padilla Hernández

El Golfo de California y el Pacífico Oriental Mexicano: In Memoriam - Miguel Fernando Lavín Peregrina 1951-2014 (SE22)

Organizadores:

Luis Zavala Sansón, Emilio Beier, Laura Sánchez Velasco, Silvio Guido Marinone

General (SE23)

Organizadores:

Noel Carbajal Pérez

Conferencias plenarias (SE24)

Organizadores:
Tereza Cavazos

Cursos

Geofísica computacional parte I: Modelos matemáticos de sistemas geofísicos (CU1)

Instructores:
Luis Miguel de la Cruz Salas, Guillermo Hernández García, Ismael Herrera Revilla

Geofísica computacional parte II: Modelación computacional de sistemas geofísicos (CU2)

Instructores:
Luis Miguel de la Cruz Salas, Guillermo Hernández García, Ismael Herrera Revilla

Los cambios de uso del suelo y el transporte de humedad en el monzón de América del Norte: Implicaciones para la sostenibilidad en México y en los Estados Unidos (CU3)

Instructores:
Theodore J. Bohn, Jaime Garatuza Payan, Dave D. White

Sistemas dinámicos no lineales y aplicaciones (CU4)

Instructores:
Tomás Morales Acoltzi, Juan Carlos Alva Pacheco, Alma Rosa Bustamante García, José Dolores Monroy Martínez, José Roberto Zenteno

Expositores

Geoelec (P1)

<http://www.geoelec.com.mx>

CGGVeritas Services de México (E1)

<http://www.cggveritas.com>

Advanced Geosciences, Inc (E2)

<http://www.agiusa.com>

Servicios Geofísicos Especializados (E3)

<http://www.serviciosgeofisicos.com>

Beta Analytic (E4)

<http://www.radiocarbon.com>

Ampere, Instrumentación y Telemetría (E5)

<http://www.ampere.com.mx>

Sigmatric (E6)

<http://www.sigmetric.com>

Schlumberger (E7)

<http://www.slb.com>

Tecnoevoluciones Aplicadas, S.A. de C.V. (E8)

<http://www.tecnoevoluciones.com>

Posgrado en Oceanografía Física, CICESE (E9)

<http://www.cicese.mx>

European Association of Geoscientists & Engineers (E10)

<http://www.eage.org>

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT (A1)

<http://www.ipicyt.edu.mx>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA (A2)

<http://www.imta.gob.mx>

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM (A3)

<http://www.geofisica.unam.mx>

Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo (A4)

<http://www.cemiegeo.org>

Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE (A5)

<http://www.cicese.mx>

Patrocinadores

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, AMGE

<http://www.amge.org.mx>

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

<http://www.cicese.edu.mx>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT

<http://www.conacyt.gob.mx>

Instituto de Geofísica, UNAM

<http://www.geofisica.unam.mx>

Programa General

Domingo						
Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM						CU01 480 min GEOFÍSICA COMPUTACIONA...
PM	Rompehielo 90 min Evento de bienvenida de la Reunión Anual 2014					
Lunes						
Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM	Inauguración 30 min Inauguración de la Reunión Anual 2014					CU04 240 min SISTEMAS DINÁMICOS NO...
	Conferencia Plenaria 60 min INTERACCIÓN DEL VIENTO SOLAR CON LA MAGNETOSFERA TERRESTRE					
	CCA CCA-1 — CCA-7	MSG MSG-1 — MSG-8	SED SED-1 — SED-8	SE09 SE09-1 — SE09-8	FE FE-1 — FE-7	
	CCA CCA-8 — CCA-14	MSG MSG-9 — MSG-16	SED SED-9 — SED-16	SE09 SE09-9 — SE09-16	FE FE-8 — FE-13	
PM	Concurso 60 min Concurso de conocimientos en Ciencias de la Tierra					CU04 240 min SISTEMAS DINÁMICOS NO...
	CCA CCA-15 — CCA-22	OCE OCE-1 — OCE-8	EG EG-1 — EG-8	SE10 SE10-1 — SE10-7	CS CS-1 — CS-7	
	CCA (CCA-30 — CCA-47), CS (CS-8 — CS-16), FE (FE-14 — FE-17), GP (GP-1 — GP-3), MSG (MSG-17 — MSG-30), OCE (OCE-17 — OCE-24), SED (SED-17 — SED-27), SE09 (SE09-17 — SE09-18), SE10 (SE10-8 — SE10-13)					
Martes						
Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM	CCA CCA-23 — CCA-29	SE14 SE14-1 — SE14-8	EG EG-9 — EG-16	SIS SIS-1 — SIS-8	SE12 SE12-1 — SE12-8	CU02 240 min GEOFÍSICA COMPUTACIONA...
	SE04 SE04-1 — SE04-8	OCE OCE-9 — OCE-16	EG EG-17 — EG-24	SIS SIS-9 — SIS-16	SE13 SE13-1 — SE13-8	
	Conferencia Plenaria 60 min OCEANOGRAFÍA EN AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO: APRENDIZAJES Y RETOS DE UNA CIENCIA EN EXPANSIÓN					CU02 180 min GEOFÍSICA COMPUTACIONA...
PM	Concurso 60 min Concurso de conocimientos en Ciencias de la Tierra				Plática técnica 60 min Localización de instal...	
	SE04 SE04-9 — SE04-16	SE16 SE16-1 — SE16-8	EG EG-25 — EG-32	SE11 SE11-1 — SE11-3	SE08 SE08-1 — SE08-8	
EG (EG-33 — EG-56), SIS (SIS-25 — SIS-37), SE04 (SE04-17 — SE04-23), SE08 (SE08-9 — SE08-14), SE11 (SE11-4 — SE11-15), SE12 (SE12-9 — SE12-12), SE13 (SE13-9 — SE13-13), SE14 (SE14-9 — SE14-10), SE16 (SE16-9 — SE16-13)						
Conferencia Plenaria 60 min SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: LOGROS, RETOS Y PERSPECTIVAS						

Miércoles

Miércoles						
Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM	SE15 SE15-1 — SE15-7	SE01 SE01-1 — SE01-7	GEOH GEOH-1 — GEOH-8	GET GET-1 — GET-8	RN RN-1 — RN-8	
	SE15 SE15-8 — SE15-15	SE01 SE01-8 — SE01-11	GEOH GEOH-9 — GEOH-16	GET GET-9 — GET-16	RN RN-9 — RN-16	
		SE03 SE03-1 — SE03-3				
	Conferencia Plenaria 60 min LAS POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN DEL ESTADO MEXICANO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO					
PM	Concurso 60 min Concurso de conocimientos en Ciencias de la Tierra					
	SE22 SE22-1 — SE22-8	SE03 SE03-4 — SE03-11	PALEO PALEO-1 — PALEO-4	SIS SIS-17 — SIS-24	RN RN-17 — RN-24	
	GEOH (GEOH-17 — GEOH-28), GET (GET-17 — GET-27), PALEO (PALEO-5 — PALEO-8), RN (RN-33 — RN-52), SE01 (SE01-12 — SE01-13), SE03 (SE03-12), SE22 (SE22-33 — SE22-36), SE23 (SE23-1)					
	Asamblea 90 min Asamblea general de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.					
	Cena-Baile 240 min Cena-Baile de la Reunión Anual 2014					

Jueves

Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM	RN RN-25 — RN-32	VUL VUL-1 — VUL-8	SE22 SE22-9 — SE22-16	GGA GGA-1 — GGA-6	GEOPAL GEOPAL-1 — GEOPAL-8	CU03 240 min LOS CAMBIOS DE USO DEL...
	GEOD GEOD-1 — GEOD-8	VUL VUL-9 — VUL-16	SE22 SE22-17 — SE22-24	GGA GGA-7 — GGA-14	SE18 SE18-1 — SE18-8	
	Conferencia Plenaria 60 min HISTORIA TECTÓNICA DE LAS PLACAS OCEÁNICAS AL OESTE DE MÉXICO					
PM		VUL VUL-17 — VUL-24	SE22 SE22-25 — SE22-32	SE05 SE05-1 — SE05-7		
	GEOD (GEOD-9 — GEOD-12), GEOPAL (GEOPAL-9 — GEOPAL-26), GGA (GGA-15 — GGA-31), VUL (VUL-25 — VUL-34), SE05 (SE05-8 — SE05-14), SE18 (SE18-9 — SE18-11)					
	Conferencia Plenaria 60 min ENERGÍA, ECONOMÍA Y AMBIENTE: NUEVOS PARADIGMAS EN EL SIGLO XXI					

Viernes

Hora	Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F
AM	SE02 SE02-1 — SE02-4	GEOQP GEOQP-1 — GEOQP-8	SE20 SE20-1 — SE20-8	SE06 SE06-1 — SE06-8	AR AR-1 — AR-8	
	SE02 SE02-5 — SE02-12	GEOQP GEOQP-9 — GEOQP-16	SE20 SE20-9 — SE20-16	SE06 SE06-9 — SE06-16	AR AR-9 — AR-16	
	AR (AR-25 — AR-39), GEOQP (GEOQP-23 — GEOQP-42), SE02 (SE02-13 — SE02-19), SE06 (SE06-23 — SE06-26), SE20 (SE20-25 — SE20-28)					
PM		GEOQP GEOQP-17 — GEOQP-22	SE20 SE20-17 — SE20-24	SE06 SE06-17 — SE06-22	AR AR-17 — AR-24	

Índice General

	Página
Editorial	i
Estructura de la Reunión Anual 2014	v
Programa General	xi
Índice General	xiii

Sesiones Regulares

Arqueometría (AR)	1
Ciencias del suelo (CS)	12
Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)	17
Exploración geofísica (EG)	28
Física espacial (FE)	42
Geodesia (GEOD)	46
Geohidrología (GEOH)	50
Geología del petróleo (GP)	58
Geología estructural y tectónica (GET)	60
Geología y geofísica ambiental (GGA)	68
Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)	77
Geoquímica y petrología (GEOQP)	84
Modelación de sistemas geofísicos (MSG)	95
Oceanología (OCE)	103
Paleontología (PALEO)	109
Riesgos naturales (RN)	113
Sedimentología y estratigrafía (SED)	127
Sismología (SIS)	136
Vulcanología (VUL)	145

Sesiones Especiales

North American Monsoon Experiment (NAME) 10th Anniversary Symposium (SE01)	154
Modelación climática regional y CORDEX (SE02)	158
Las Ciencias de la Tierra en el marco del primer Reporte Mexicano de Cambio Climático (SE03)	163
Variabilidad climática del cuaternario en registros continentales y marinos (SE04)	167
Energía y ambiente (SE05)	174
Exploración geotérmica (SE06)	178
Geociencia y percepción remota (SE08)	185
Paleoseismology, seismic and tsunami hazard (SE09)	190
Slip on subduction interfaces (SE10)	196
Retos y logros de las redes sismológicas en México (SE11)	200
Geoquímica, petrología y geodinámica del NW de México (SE12)	205
Reconectando el Río Colorado con el Golfo de California: una iniciativa binacional (SE13)	210
Oceanografía en la Bahía de Todos Santos, B.C. México (SE14)	215
Línea base de los procesos biogeoquímicos y productividad biológica del Golfo de México (SE15)	219
Oceanografía física del Golfo de México y Mar Caribe (SE16)	224
Las Geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE18)	228
Oceanografía costera (SE20)	232
El Golfo de California y el Pacífico Oriental Mexicano: In	
Memoriam – Miguel Fernando Lavín Peregrina 1951-2014 (SE22)	240
General (SE23)	249
Conferencias plenarias (SE24)	251

Índice de Autores	254
-------------------------	-----

Sesión Regular

Arqueometría

Organizadores:
Ana María Soler
Galia González
Rodrigo Esparza

AR-1

ESTUDIO DE PROCEDENCIA POR PIXE DE OBSIDIANAS DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA (AGUA FRÍA)

Laclavetine Kilian¹, Rocha García Raúl², Suárez Cruz Sergio², Pichon Laurent³ y Ruvalcaba Sil José Luis⁴

¹Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla, CNA-US-CSIC

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH

³Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF)

⁴Instituto de Física, UNAM
kilian@us.es

La obsidiana ha sido un material de primera importancia en las culturas mesoamericanas. Por lo tanto, el estudio de procedencia de las obsidias arqueológicas proporciona una información valiosa para el estudio de esas culturas. El objetivo de este estudio interdisciplinar consiste en entablar una reflexión sobre la evolución de la procedencia de obsidiana en la región de Agua Fria en función de los sitios y eventualmente de las épocas. El trabajo se enfoca en la creación de una base de datos a partir de obsidias procedentes de fuentes conocidas con la técnica PIXE e identificar la procedencia de obsidias descubiertas en varios sitios arqueológicos. El corpus arqueológico estudiado procede de dieciséis sitios ubicados en las tierras bajas de la Sierra Norte de Puebla, esta zona se ha caracterizado a lo largo de su historia prehispánica como una zona de amortiguamiento entre varias áreas culturales, fluctuando constantemente. Las culturas de influencia fueron El Tajín y la Huasteca. Respeto a la temporalidad, contamos con artefactos de diferentes épocas cubriendo más de doce siglos de ocupación de 250 d.C. hasta 1520 d.C. La técnica PIXE es no destructiva, sin preparación de muestra, cuantitativa, multi-elemental. Alcanza medir los elementos principales constituyentes de la obsidiana (Si, Al, Na, K y Fe) pero también detecta otros elementos químicos minoritarios que se revelan muy útiles para el estudio de procedencia de obsidias mexicanas (en particular, S, Cl, Ca, Ti, Mn, Rb, Sr y Zr). Las experiencias están efectuadas con el acelerador de partículas del IFUNAM de tipo 3MV Tandem Peletron. En términos generales, las muestras arqueológicas analizadas resultaron procedentes de los yacimientos de Zacualtipán, Pachuca, Paredón, y Zaragoza-Oyameles (que se toman como un solo evento volcánico). De esta forma es posible reconocer que el flujo o tránsito de la obsidiana desde sus diversos yacimientos en las tierras altas, tuvo como principales abastecedores a las minas ya mencionadas; las cuales a su vez son las más cercanas a la región. Estos yacimientos debieron abastecer a la llanura costera y a las tierras bajas de la Sierra Norte de Puebla en diversas proporciones a lo largo de su historia, por lo que es pertinente identificar estadísticamente cuales serían los principales yacimientos en función de la época y la cultura dominante vigente, para así establecer los cambios a través del tiempo en las rutas de la obsidiana en la región. Agradecimientos: Los autores agradecen a los ingenieros del IFUNAM por su valiosa colaboración en las medidas de PIXE: K. López, F. Jaimes y M. Escobar Reyes. Agradecemos también al Dr. Shigeru Kabata (del Graduate School of International Cultural Studies, Cultural Symbolism Research Institute, Aichi Prefectural University) por su colección de obsidias mexicanas procedentes de yacimientos conocidos. Investigación apoyada por los proyectos PAPIIT UNAM IN402813 y CONACYT 131944.

AR-2

INTERCAMBIO DE OBSIDIANA EN EL HOLOCENO MEDIO EN LA CUENCA DE MÉXICO (CA. 6000-3000 A.N.E). UN ANÁLISIS MEDIANTE PXRF

García Víctor Hugo y Acosta Guillermo
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
victortgarcia@gmail.com

El empleo de equipos portables de análisis de Fluorescencia de Rayos X (pXRF) está actualmente en ascenso, esto se debe a la posibilidad de realizar análisis no-destructivos de materiales arqueológicos, así como por ser una herramienta de gran facilidad de empleo y transportación. Uno de los empleos de los pXRF es la caracterización y análisis de procedencia de obsidiana. El análisis consiste en la irradiación de Rayos X primarios a distintos voltajes para excitar los elementos químicos de la muestra, como resultado, éstos emitirán una fluorescencia que es analizada en su tipo e intensidad para determinar la naturaleza y concentración de los elementos químicos presentes. Al analizar el espectro de la muestra y compararlo con estándares de referencia, es posible determinar la concentración de estos elementos en % o en ppm (partes por millón). Aunque históricamente se han empleado diversos elementos (Na, K, Ti, Mn, Fe, RB, Sr, Y, Zr, Nb y Ba) para comparar estadísticamente las muestras de referencia (de yacimientos conocidos) con las arqueológicas; se ha demostrado que cinco elementos (Nb, Y, Zr, Rb y Sr) son suficientes para definir las áreas de procedencia debido a su sensibilidad para diferenciar entre distintos procesos magmáticos. Mediante este procedimiento se analizó un conjunto de obsidias obtenidas en las excavaciones en el sitio de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F. y Tepepan, Edo. de México (n=149) durante las temporadas de campo del Proyecto Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAISA) en 2013; esto nos permitió conocer la composición química de cada uno de los artefactos líticos para posteriormente poder realizar las comparaciones con obsidias de yacimientos sistemáticamente muestreados. Los resultados indican una amplia dominancia del sistema de Otumba (94%) con otras tres fuentes menores que incluyen a Pachuca. Lo anterior tiene implicaciones

importantes sobre los procesos de interacción de los grupos precerámicos del Holoceno Medio en la Cuenca de México, y permite vislumbrar la importancia de esta fuente en el desarrollo temprano de comunidades cercanas al yacimiento que controlaron su explotación durante el periodo Formativo, como Altica en el valle de Teotihuacán.

AR-3

ESTUDIO PETROGRÁFICO, PETROFÍSICO Y GEOQUÍMICO DE LAS ROCAS NATURALES UTILIZADAS EN EDIFICACIONES HISTÓRICAS DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE ZACATECAS, ZAC, MÉXICO.

Velasco Sánchez Anakaren¹, Wedekind Wanjia², López Doncel Rubén Alfonso¹ y Wittenborn Anna²

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP

²Georg-August Universität Göttingen
velasco.anakaren@gmail.com

El presente trabajo está orientado a describir las rocas naturales de construcción, los efectos de intemperización y el deterioro que presentan algunos edificios de carácter histórico en el centro de la ciudad de Zacatecas, además de describir sus propiedades petrofísicas, petrográficas y geoquímicas. Se están analizando 13 muestras provenientes de diferentes edificios de la ciudad de las cuales 12 son tobas y 1 es ignimbrita, dentro de los análisis que se están efectuando se encuentran XRD con el que se puede identificar las fases cristalinas de los minerales que nos permite obtener la identificación de la composición mineralógica. Para determinar la densidad de matriz y la densidad aparente se utilizó el método de Arquímedes, este método también sirvió para poder determinar la porosidad total en donde los valores van desde el 13% (ignimbrita) hasta el 36% (tobas) por otro lado los valores que muestra la densidad van de 1 a 2 siendo la ignimbrita la que muestra el valor mas alto. El tamaño de los poros es un factor determinante en la durabilidad de las rocas debido a que va a condicionar la entrada y movilidad de los agentes contaminantes en su interior En cuanto a expansión hídrica la roca que presentó mayor expansión fueron las tobas mientras que la ignimbrita fue la que presentó menor cambio, con lo cual podemos asumir que las rocas que presentan poros conectados y porosidades superiores van a mostrar una expansión hídrica más rápida que las rocas con menor contenido de poros conectados y menor valor de porosidad. Para las pruebas de compresión y resistencia se utilizaron muestras cilíndricas con caras coplanares de 50 mm de diámetro y 20 mm de longitud, en donde la roca que registró mayor resistencia fue la ignimbrita con valores de hasta 90 Mpa a diferencia de las tobas en las que el valor mínimo fue de 10 Mpa. La resistencia es un parámetro importante que condiciona la durabilidad de las rocas debido a la resistencia que va a oponer a la acción de los agentes de deterioro, pero esta propiedad va estar condicionada fuertemente por la porosidad tanto efectiva como no efectiva ya que cualquier porosidad va a tener un efecto negativo en la resistencia del material por una razón básica, y es que los poros reducen el área de la sección mecánicamente útil a través de la cual se va a aplicar la carga. A partir de los datos obtenidos sobre sus propiedades se puede explicar el tipo de deterioro que sufren las rocas y en caso de tener que reemplazarlas poder utilizar una roca que sea compatible con la que se encuentre originalmente para poder tener un resultado mas adecuado en la conservación de estos edificios de gran importancia.

AR-4

ESQUIRLAS DE VIDRIO VOLCÁNICO EN APLANADOS DE CAL TEOTIHUACANOS. ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO.

Barba Pingarrón Luis Alberto¹, Barca Donatella², Miriello Domenico², Pecci Alessandra², Ortiz Butrón Agustín³, Blancas Jorge³, Manzanilla Linda Rosa³ y Crisci Gino²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Departamento de Biología, Ecología y Ciencias de la Tierra, Universidad de Calabria, Italia

³Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
barba@unam.mx

Durante los seis primeros siglos de nuestra era, Teotihuacán fue un enorme asentamiento urbano multiétnico que controló una gran cantidad de materias primas y productos foráneos. El estudio de muestras de aplanados de cal recuperadas del piso del patio central de Teopancazco en el sur de Teotihuacán, mostró que se utilizaron esquirlas de vidrio volcánico de composición riolítica como agregados a la mezcla de cal. La caracterización geoquímica de las esquirlas por medio del LA-ICP-MS y la comparación con una base de datos de composición elemental de obsidias de todo el país indicó que el vidrio llegó desde una fuente localizada en Altotonga, Veracruz que al parecer formó parte de una ruta de intercambio bien establecida entre la costa del Golfo de México y Teotihuacán. Estudios arqueológicos y arqueométricos están revelando la cercana relación entre los habitantes de Teopancazco y los habitantes de la costa. Los resultados obtenidos sugieren que personas viajando desde la zona costera hacia el altiplano central tomaron estas esquirlas de vidrio en la zona de Altotonga y las transportaron en su espalda durante aproximadamente 300 kilómetros para llevarlas a Teotihuacán. Pueden proponerse dos posibles explicaciones, que los teotihuacanos conocieron que el vidrio volcánico en la mezcla de cal mejora las propiedades del aplanado o bien, que tuvieron importantes razones simbólicas para invertir una gran cantidad de energía en el transporte de este material.

AR-5

APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN NO DESTRUCTIVA IN SITU DE LÍTICA DE PIEDRA VERDE DE LAS OFRENDAS REALES DE PALENQUE, CHIAPAS

Delgado Robles Alma Angelina, Manrique Ortega Mayra Dafne, Claes Pieterjan, Casanova González Edgar, Maynez Rojas Miguel Ángel y Ruvalcaba Sil José Luis
*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 almadelgado@fisica.unam.mx*

Las culturas prehispánicas le daban una gran importancia a las piedras verdes, apreciándolas debido a que este color significaba vida eterna y fertilidad. Por tal razón, la lítica verde mesoamericana se utilizó principalmente en ornamentos, ofrendas funerarias y rituales. Gracias a su dureza, durabilidad y belleza, la jadeíta fue considerada como un material invaluable y exclusivo de las elites mesoamericanas. No obstante, se ha identificado el uso de una gran variedad de otros minerales como onfacita, cuarzo, albita, amazonita y moscovita, entre otros. Palenque, en Chiapas, es valorada como una de las ciudades más relevantes de la civilización Maya. Su riqueza se ve reflejada, entre otros indicadores, por sus ajuares funerarios reales y las tumbas halladas en los templos principales, como el de la Calavera, de la Cruz, XVIII y XVIII-A correspondientes al periodo Clásico (400-700 d.C.). Adicionalmente, el ajuar funerario de la Reina Roja se estudió para realizar una comparación del tipo de minerales utilizados en los diferentes templos contrastando con la cronología y el desarrollo de Palenque. En este trabajo se presenta un estudio in situ utilizando diversas técnicas espectroscópicas no destructivas: Las técnicas moleculares de infrarrojo (FTIR) y Raman son los instrumentos analíticos ideales y complementarios para la identificación de la composición mineralógica de las piezas de lítica. La Fluorescencia de Rayos X es ideal para obtener el análisis elemental in situ. Esta puede ayudar a complementar la caracterización de estos materiales arqueológicos, dado que permite inferir la posible procedencia de los materiales comparando su composición elemental con la de muestras de yacimientos. Asimismo, se realizaron estudios colorimétricos para obtener información acerca de las tonalidades verdes de los ornamentos. El presente proyecto fue apoyado por CONACyT 131944, PAPIIT UNAM IN402813 y ICYTDF PICCO10-57.

AR-6

ESTUDIO NO INVASIVO DE CERÁMICA TEOTIHUACANA CON DECORACIÓN POST-COCCION MEDIANTE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS

Maynez Rojas Miguel Ángel¹, Claes Pieterjan¹, Aguilar Téllez Dulce María¹, Manrique Ortega Mayra Dafne¹, Aguilar Melo Valentina¹, García Bucio María Angélica¹, Mitrani Viggiano Alejandro¹, Delgado Robles Alma Angelina¹, Ruvalcaba Sil José Luis¹ y Filloy Laura²

¹Instituto de Física, UNAM

²Museo Nacional de Antropología, INAH
 maynezt@gmail.com

Teotihuacán fue una de las metrópolis de mayor importancia e influencia en Mesoamérica. Se considera que se estableció alrededor del año 100 AC y alcanzó su cenit en la primera mitad del primer milenio DC. Como la ciudad más relevante de Mesoamérica en el periodo Clásico, Teotihuacán atrajo a numerosos artesanos y mercados de la región y se convirtió en un lugar donde las ideas y tecnologías se intercambiaban fácilmente. Su influencia alcanzó diversas regiones de Mesoamérica, como el área Maya, en el Golfo y en Oaxaca. El estilo Teotihuacano se halla presente no solo en la pintura mural sino también en la elaboración y decoración de cerámicas. En este trabajo presentamos el estudio de una selección de cerámica Teotihuacana con decoración post-cocción de la colección del Museo Nacional de Antropología. Se aplicó una metodología in situ no-invasiva para obtener información acerca de la composición elemental y molecular de la paleta de pigmentos. Primero se realizó un estudio de imágenes basado en observaciones bajo iluminación de luz ultravioleta y fotografía infrarroja de falso color para distinguir entre áreas restauradas y originales de las piezas. Adicionalmente la técnica de falso color IR proporcionó una primera aproximación sobre la paleta y los pigmentos utilizados. A continuación, se ejecutó un análisis de la composición elemental mediante Fluorescencia de Rayos X (XRF) utilizando el equipo SANDRA con un tubo de rayos X de molibdeno y un colimador de 1 mm de diámetro operado a 45 kV y 0.2 mA. La información Raman acerca de la composición molecular se obtuvo mediante un equipo Delta Nu Raman con láser 785 nm en el intervalo espectral 2000 – 200 cm⁻¹. Mediciones complementarias con un espectrómetro infrarrojo en modo de reflectancia se llevaron a cabo con un equipo Alpha Bruker (4000 – 400 cm⁻¹). Además se realizaron mediciones con luz visible en el rango de 400 a 800 nm de la reflectancia de las distintas regiones de color y mediciones colorimétricas. Nuestros resultados muestran el uso específico de pigmentos en la cerámica Teotihuacana. Entre ellos principalmente cinabrio para los pigmentos de color rojo y hematita en un segundo término, así como pigmentos de tierra ricas en Fe y Cu para los colores azules y verdes. No se observa el uso de preparaciones tipo azul Maya. Los negros son de carbón mientras que el blanco corresponde al estucado del enlucido del vaso. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREA II.

AR-7

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICROSONDA DE IONES PARA EL ESTUDIO DE MATERIALES DE INTERÉS ARQUEOMÉTRICO

Mitrani Viggiano Alejandro y Ruvalcaba Sil José Luis
*Instituto de Física, UNAM
 alemitra@gmail.com*

Las técnicas de análisis por haz de iones se han convertido en un poderoso instrumento para realizar estudios no destructivos de todo tipo de materiales. Con estas técnicas podemos obtener un análisis cuantitativo multielemental en una sola irradiación de una región. La incorporación de un sistema de cuádruplos magnéticos en la línea de irradiación permite el enfoque del haz a escala micrométrica, con lo cual conseguimos distinguir las diferentes composiciones en materiales altamente heterogéneos. La incorporación de un sistema de barrido nos permite obtener mapas con la distribución elemental detectada. A este sistema completo de enfoque y barrido del haz se le conoce como microsonda de iones. Estas técnicas permiten límites de detección hasta 100 veces mayores a los obtenidos por las técnicas de haces electrónicos, permitiendo una mejor detección de elementos menores y traza información en mineralogía y arqueometría. El enfoque obtenido por un sistema de microsonda electrónica es mucho mayor al de una iónica, pero la menor dispersión de los iones dentro del material implica una mayor profundidad de análisis. La primer microsonda de iones funcional en México se ha montado en el laboratorio de Pelletrón del IFUNAM, el cual permite la aceleración de protones hasta energías de 6 MeV. Actualmente se han incluido las técnicas de Análisis de Rayos-X Inducido por Partículas (PIXE), y la Retrodispersión de Rutherford (RBS). Utilizando protones de 3 MeV con PIXE, se logra la detección de elementos más pesados que el Al, y con RBS podemos detectar elementos más ligeros, además de proporcionar cierta información de la composición elemental a profundidad. Para PIXE se ha optado por la utilización simultánea de dos detectores de rayos X que nos permite dedicar uno para la detección de elementos ligeros y el otro en elementos pesados utilizando un filtro de aluminio. En el futuro cercano se tendrá también la Luminiscencia Inducida por haces de Iones (IBIL), la cual entre otras cosas permite la detección de ciertos elementos traza en minerales con concentraciones menores a las detectables por PIXE e identificación de estructuras. En este trabajo se presenta el sistema desarrollado y algunos ejemplos de su uso en materiales como minerales, pigmentos y metales. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREA II.

AR-8

IMAGEN INFRARROJA DE FALSO COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PIGMENTOS

Aguilar Téllez Dulce María, Ruvalcaba Sil José Luis y Claes Pieterjan
*Instituto de Física, UNAM
 dulce@fisica.unam.mx*

En el estudio de diagnóstico del patrimonio cultural, las técnicas no destructivas se prefieren debido al valor histórico-artístico y patrimonial de las piezas. Dentro del proyecto ANDREA II combinamos fortalezas de diferentes ámbitos para lograr este objetivo. En esta investigación interdisciplinaria, físicos y químicos trabajan junto a arqueólogos e historiadores del arte en una amplia gama de investigaciones. Las técnicas de imagen fotográfica con diferentes tipos de luz se pueden utilizar como un primer estudio de imagen para realizar un examen global del objeto. En particular, las luces ultravioleta e infrarroja son comunes para estudiar pinturas, con ellas se detectan posibles regiones de deterioro, el grado de conservación e intervenciones, la identificación de ciertos pigmentos por su fluorescencia y contraste de la imagen, dibujos subyacentes, etc. Por este medio, es posible registrar toda la pieza a la vez y observar el comportamiento y la relación entre las diferentes partes de la composición. Sin embargo la interpretación de los diferentes pigmentos en las imágenes infrarrojas es difícil, ya que la imagen obtenida se compone de tonos grises. Es por ello que hemos implementado el procedimiento de Falso Color en imágenes infrarrojas para solventar este problema. En este proceso la imagen infrarroja se inserta en un entorno RGB y se combina con los colores procedentes de una imagen visible. Haciendo esto, es posible asignar colores falsos a la imagen infrarroja. Al final estos colores se pueden comparar con patrones de referencia obteniendo así una primera identificación de los pigmentos utilizados en la pieza. Esta información resulta ser muy valiosa incluso para las técnicas analíticas que se aplican una vez definidas las áreas de interés en la pieza, tales como la fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia infrarroja (FTIR) y Raman. En este trabajo presentamos nuestros resultados recientes utilizando el procedimiento Falso Color en el estudio de imagen de diversas superficies pintadas, tales como mapas y lienzos coloniales del siglo XVI así como pintura moderna del siglo XX. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREA II.

AR-9

COMPLEMENTARIEDAD DE TÉCNICAS ANALÍTICAS EN EL ANÁLISIS DE VIDRIOS ANTIGUOS: EL CASO DE LOS VIDRIOS ROMANOS DEL YACIMIENTO DE EL SAUCEDO

Gutiérrez-Neira Carolina¹, Barrio Martín Joaquín², Castelo Ruano Raquel³, Medina-Sánchez Maricruz², Pardo Naranjo Ana Isabel³, Pérez Ireta Griselda⁴ y Ruvalcaba Sil José Luis⁵

¹Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IH - CSIC

²Servicio de Conservación, Restauración y Análisis Científicos del Patrimonio Arqueológico, Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, España

³Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, España

⁴Universidad de Guanajuato, UG

⁵Instituto de Física, UNAM
carolina.gutierrez@cchs.csic.es

Todas las técnicas analíticas presentan sus ventajas y desventajas y de acuerdo a sus principios físicos, cada una de ellas es utilizada para obtener cierto tipo de información. De esta forma, el trabajo que se presenta hace parte de un estudio arqueométrico previo en el cual se utilizaron las técnicas SEM-EDX (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X ray Spectroscopy) y LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) con el objetivo de conocer las materias primas utilizadas y, la tecnología y el periodo de producción de un conjunto de fragmentos de vidrio encontrados, en un contexto romano, en el enclave arqueológico de El Saucedo (Toledo, España). En dicha investigación quedo patente la necesidad de profundizar más en el estudio de los materiales para llegar a conclusiones de mayor solidez con respecto a la información buscada. En esta ocasión se presenta un ejemplo claro de la complementariedad de técnicas analíticas para el estudio del patrimonio cultural. En tal sentido, las técnicas con haces de iones, PIXE (Particle Induced X-ray Emission) y PIGE (Particle Induced Gamma-ray Emission) han sido empleadas con la finalidad de determinar los componentes principales y los elementos traza de los vidrios, los cuales pueden ser utilizados para conocer la procedencia de estos materiales. Además, teniendo en cuenta que no siempre es posible llevar el material arqueológico a los laboratorios, se ha evaluado también la Fluorescencia de Rayos X (FRX) en modo portátil como método de trabajo para este tipo de materiales. Este trabajo se ha podido llevar a cabo gracias al Programa de Estancias de Investigación y Docencia (PEID) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Palabras clave: Técnicas con haces de iones, FRX, Villa de El Saucedo, Arqueometría, SEM-EDX, LIBS Referencias: Torrecilla Aznar, A. (2001): Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Jornadas sobre el vidrio en la España Romana, La Granja, 1 y 2 de noviembre de 2001: 323 – 349. Torrecilla Aznar, A. (2000): Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Actas de 3º Congreso de Arqueología Peninsular, vol. VI. Arqueología da Antiguidade na Península Ibérica, 361-387, Oporto Barrio, J. (2002): Aspectos de la investigación analítica sobre el deterioro y los criterios de intervención en los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera de la Reina, Toledo). Actas del I Congreso del GEIC. Conservación del Patrimonio: evolución y nuevas perspectivas. 25, 26 y 27 de Noviembre, Valencia Gutiérrez-Neira, P. C (2012): Estudio analítico de un conjunto de vidrios procedentes del yacimiento de la Villa de El Saucedo utilizando las técnicas SEM-EDX y LIBS. Estudios Arqueológicos de Oeiras 19: 89 – 94.

AR-10

ADIS: ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN IN SITU. DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE ANÁLISIS DE RAYOS X PARA LA CARACTERIZACIÓN IN SITU DE MATERIALES ARQUEOMÉTRICOS

Ruvalcaba Sil José Luis, Aguilar Melo Valentina y Bucio Galindo Lauro

Instituto de Física, UNAM
sil@fisica.unam.mx

Conforme existen avances en la caracterización de materiales por técnicas espectroscópicas surgen nuevas preguntas respecto a la información que puede obtenerse en el estudio de los objetos de interés arqueométrico. En particular el estudio de los materiales compuestos de minerales presenta varios retos. Por ejemplo, con los estudios de piedra verde provenientes de sitios arqueológicos se han encontrado dificultades en la identificación de algunos minerales por medio de técnicas espectroscópicas como Fluorescencia de Rayos X (XRF), espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja (FTIR). Una de las técnicas más confiables en la identificación de minerales es la Difracción de Rayos X (XRD). Recientemente, ha habido grandes avances en el desarrollo de dispositivos de análisis de difracción, sobre todo para los análisis por polvos. En los últimos años se han desarrollado equipos de análisis no destructivo por Difracción de Rayos X con el fin de aplicarlos en el estudio de patrimonio cultural. Aquí se presenta uno de estos desarrollos, realizado en el Instituto de Física y único en Latinoamérica. El prototipo se creó a partir de un difractómetro EQUINOX 100 de la marca INEL, que consta de un tubo de rayos X de cobre y un detector curvo de posición de 180 mm de radio. Se adaptó de tal manera que puedan realizarse análisis in situ y no invasivo. En el nuevo montaje se implementó un detector Si-PIN para la detección de espectros de XRF. La nueva configuración tiene dos geometrías distintas: una para objetos de pequeñas dimensiones y otro para objetos planos y de grandes dimensiones, tales como pinturas o murales. A pesar de estas modificaciones aún es posible

realizar análisis en muestras de polvo, ya que se conservó el porta-muestras del dispositivo original. Este dispositivo se está desarrollando para que pueda ser un dispositivo móvil, de tal manera que puedan realizarse estudios en los lugares donde se encuentran los objetos históricos, arqueológicos y del arte. Aquí se presentan los resultados de uno de los estudios realizados por este dispositivo: Piezas de lítica correspondientes al sitio arqueológico de La Joya, Veracruz. También se muestran los resultados obtenidos las técnicas de espectroscopia Raman y FTIR, de tal manera que por medio de estas tres técnicas se puede tener un estudio más amplio en estos objetos y la información complementaria obtenida. Las piezas encontradas en este sitio provienen de la plataforma este del sitio, donde existen tres etapas constructivas. En su mayoría son piezas de jadeíta, existen dos piezas de amazonita, una de cuarzo verde y dos de serpentina. La presencia de amazonita en este conjunto de piezas da cuenta de la importancia de este sitio y las relaciones comerciales y culturales que tuvo con otras regiones mesoamericanas y circuitos de intercambio. Esta investigación fue apoyada por los proyectos CONACYT 131944 MOVIL II, PAPIIT UNAM IN402813 ANDREAH II y ICYTDF PICCO10-57.

AR-11

NUEVAS INFRAESTRUCTURAS, NUEVOS RETOS: EL LABORATORIO NACIONAL DE CIENCIAS PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL (LANCIC)

Ruvalcaba Sil José Luis
Instituto de Física, UNAM
sil@fisica.unam.mx

El nuevo Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural de México (LANCIC) se ha constituido recientemente siguiendo una estrategia de laboratorios nacionales "sin paredes", con la colaboración del Laboratorio de Análisis No Destructivo para Estudios en Arte, Arqueología e Historia (ANDREAH) del Instituto de Física, el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas y el Instituto de Química de Universidad Nacional Autónoma de México, y con la participación del área de Microscopia Electrónica de la Gerencia de Materiales del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Esta red de investigación es el núcleo que da sustento al LANCIC y que permitirá integrar nuevos grupos de investigación vinculados a la investigación material del patrimonio cultural del país. El LANCIC es el resultado de más de quince años de investigación interdisciplinaria y se enfocará a la caracterización de las técnicas de manufactura y los materiales que constituyen los objetos culturales y sus colecciones; al desarrollo de estrategias y nuevos materiales para su conservación mediante el uso de equipos instrumentales de alta sensibilidad para la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos en micro-muestras, así como al uso de innovadoras técnicas de imagen y espectroscopias no destructivas adecuadas para el patrimonio cultural mexicano. Esto se realizará con la colaboración de investigadores y conservadores de centros del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA). El LANCIC es por lo tanto un laboratorio único para estos fines, y será único en cuanto a sus infraestructuras, equipamientos y recursos humanos para el estudio y conservación del patrimonio cultural mexicano. Algunos proyectos iniciales del LANCIC se enfocarán específicamente a: 1. Caracterización química de materiales orgánicos naturales y sintéticos en bienes culturales de México. 2. Diagnóstico de mecanismos de alteración en pintura mural, recubrimientos arquitectónicos, esculturas monumentales, vitrales, decoraciones adosadas, retablos, fuentes y pintura rupestre. 3. Evaluación de condiciones de almacenamiento en bodegas de museos y acervos nacionales. 4. Desarrollo y evaluación de nuevos materiales más adecuados a la materialidad y condiciones ambientales del patrimonio cultural mexicano. En esta ponencia se presentan el proyecto, las infraestructuras y los principales tópicos de investigación de este nuevo laboratorio, el cual abre la posibilidad de intercambios y desarrollo de investigaciones conjuntas. El LANCIC es resultado del apoyo financiero del proyecto CONACYT 232619 y de la Rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México.

AR-12

DETERIORO EN TOBAS VOLCÁNICAS UTILIZADAS EN MONUMENTOS HISTÓRICOS CAUSADOS POR CRISTALIZACIÓN DE SALES - FACTORES TEXTURALES, DE POROSIDAD Y CLIMÁTICOS

López Doncel Rubén Alfonso¹, Wedekind Wanjia², Aguillón Robles Alfredo³, Leise Theresa², Molina Maldonado Sergio³, Velasco Sánchez Anakaren³, Kral Anna² y Wittenborn Anna²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Georg-August Universität Göttingen

³UASLP

rllopez@uaslp.mx

Las rocas volcánicas, en especial las tobas han sido desde épocas prehispánicas y hasta la actualidad una de las rocas preferidas para su uso en la construcción de todo tipo de edificio o estructura, llámese pirámide, iglesia, acueducto, etc. El motivo de esto aunado a su gran abundancia, es debido a su relativa baja dureza a su gran variedad en colores, texturas y apariencias que presentan lo que las hace relativamente fácil de trabajarlas. Un aspecto característico para la mayoría de las

tobas volcánicas es que pueden presentar comúnmente valores de porosidad muy altos, lo que permite propiedades húmedas muy variables y un flujo de agua a través de ellas muy importante en sus diferentes fases. La cristalización de sales es uno de los fenómenos más agresivos que provocan serios daños a las rocas y por lo tanto a las construcciones. Este fenómeno se ve intensificado cuando la roca está expuesta a humedad y cuando es permeable, tal como es el caso de la tobas volcánicas. Estudios realizados en 12 diferentes tobas volcánicas utilizadas en construcciones históricas de la Ciudad de México y en ciudades de los estados de Guanajuato, Querétaro, Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas han mostrado deterioros y daños muy variables por la cristalización de sal que van desde el desmoronamiento total de la roca en algunos casos hasta una leve coloración o decoloración en otros. Experimentos de cristalización de sal realizados a muestras de tobas volcánicas de las construcciones originales muestran que existen una serie de factores que influyen muy contrastantemente con su efecto en el deterioro y daño a la roca. Se pudo comprobar que existe una relación entre la porosidad y la cristalización de sal, sin embargo parece ser que la distribución del radio de poro es el factor determinante que controla la cristalización de sal, ya que hay marcadas diferencias entre sus efectos cuando domina la microporosidad o la macroporosidad. La presencia de micro y macroporosidad en las tobas está controlada por la textura de la roca y ciertas características como el soldamiento, la cristalización (falta o carencia de vidrio volcánico) y la laminación parecen jugar un papel determinante en su respuesta a la cristalización de sal. Un último factor determinante en la afectación por cristalización de sal son los factores exógenos como lo es el clima ya que el transporte principal de sales disueltas es el agua principalmente en fase líquida y esto es controlado sin duda por la relación precipitación / evaporación.

AR-13

APORTACIONES DE LA ELECTROQUÍMICA AL ESTUDIO Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOMETALÚRGICO FERROSO PROCEDENTE DE MATRICES MARÍTIMAS.

Hernández-Escampa Marco¹ y Rodríguez-Acuña Fausto²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM marhea62@hotmail.com

Debido a su gran valor histórico y antropológico, los contextos subacuáticos y marítimos en específico, constituyen una categoría patrimonial de gran relevancia en México. La temporalidad de multitud de dichos contextos, posteriores al Contacto, implica la abundante presencia de elementos manufacturados en metal, destacando los ferrosos. Si bien existe una tendencia a preservar tales conjuntos "in situ", en ocasiones se recurre a la extracción de los artefactos de manera deliberada o incluso accidental. De esta manera, el patrimonio arqueometalúrgico obtenido de matrices submarinas representa un reto en términos de su adecuada preservación. Uno de los principales problemas es la acción corrosiva de los cloruros sobre los sustratos metálicos y la dificultad de eliminarlos de las superficies mediante procedimientos convencionales. En este trabajo se propone y evalúa una rutina de conservación aplicable a artefactos de hierro fuertemente corroídos. Como estudio de caso, se recurrió a un ancla decimonónica extraída del Golfo de México, actualmente resguardada en la ciudad de Campeche. Se realizó la caracterización metalográfica del material, misma que aportó elementos relevantes arqueológicamente, al brindar elementos para aclarar el proceso de manufactura. Además, mediante el empleo de técnicas electroquímicas, fue posible cuantificar y monitorear la secuencia experimental en términos de conservación (remoción de cloruros por vía electroquímica, reducción de las especies, pasivación y evaluación de recubrimientos). Las técnicas arqueométricas empleadas fueron SEM, metalografía, medición potencioestática, polarización potenciodinámica, espectroscopia de impedancia electroquímica, y ruido electroquímico. Los resultados permiten sostener que los procedimientos empleados brindan una adecuada limpieza y protección al material. Adicionalmente, se muestra la manera en que las técnicas arqueométricas utilizadas permiten cuantificar con precisión los tiempos e intensidades de los tratamientos, control que permite su ulterior adecuación a otros casos, de acuerdo a sus condiciones particulares.

AR-14

TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA TRI-DIMENSIONAL (TRE-3D), UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA INVESTIGAR EL SUBSUELO DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS

Vargas Diana¹, Chávez René¹, Cifuentes Nava Gerardo¹, Hernández Esteban¹, Tejero Andrade Andrés² y Argote Espino Denise³¹Instituto de Geofísica, UNAM²Facultad de Ingeniería, UNAM³Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH diana.vargas.garcia@gmail.com

La Tomografía de Resistividad Eléctrica en tres dimensiones (TRE-3D) ha demostrado su capacidad para estudiar el subsuelo de edificios de época pre-Hispánica y Colonial mediante el diseño de arreglos electródicos especiales.

Estas geometrías son capaces de "iluminar" el subsuelo que esta por debajo de la estructura investigada. Actualmente se han implementado diseños de TRE-3D que permiten estudiar estructuras a profundidad sin necesidad de ser invasivas, basadas en la combinación de arreglos más convencionales. Estos permiten diseñar una geometría electródica de acuerdo a las características del objeto de estudio y las limitaciones impuestas por su geografía. En este trabajo se presenta un novedoso arreglo circular para la realización de un TRE-3D, que se realiza con la combinación de varias configuraciones ya conocidas (Wenner-Schlumberger, Dipolo-Dipolo, entre otras), y que se aplicó al estudio del subsuelo de la pirámide de Cuicuilco. Este sitio arqueológico se encuentra hacia el sur de la Ciudad de México, se desarrolló como asentamiento desde el primer milenio antes de Cristo y hacia 150 a. C. llegó a adquirir el carácter de un centro regional urbano, con una población que se estima en cerca de 20,000 habitantes. Este desarrollo se vio truncado a raíz de la erupción del volcán Xitle (245 y 315 años d.C.), formándose una capa de lava que cubrió parcial o totalmente las estructuras arquitectónicas cívico-ceremoniales y habitacionales de la ciudad. Se llevó a cabo un estudio geofísico en la base de la pirámide. Se colocaron 48 electrodos a lo largo de una trayectoria circular de 260 m, con una separación de 5.4 m. Un total de 1716 observaciones de resistividad aparente se adquirieron en el sitio. El modelo de resistividades verdaderas se obtuvo a través de un método inverso. El modelo calculado posee una profundidad de investigación de casi 30 m. Se pueden observar altos valores de resistividad (~10000 Ohm-m) a lo largo del perímetro circular que definen el basamento de la estructura constituido por bloques de piedra basáltica. Valores de resistividad relativamente bajos (~200 Ohm-m) se concentran en el interior del mencionado basamento, asociado a un núcleo central de tierra compactada, que conforma el interior de la estructura. Sin embargo, hacia el centro del modelo de resistividades verdaderas puede observarse una anomalía de resistividad alta (~5000 Ohm-m), que destaca en medio del mencionado material de relleno. Este rasgo se puede asociar a una serie de altares enterrados en la cima de esta pirámide, la cual ha sido parcialmente explorada por los arqueólogos, encontrándose entierros humanos.

AR-15

ANÁLISIS FUNCIONAL DE ESPACIOS A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE QUÍMICA DE PISOS EN UN ANTIGUO BARRIO XOCHIMILCA

Barba Pingarrón Luis Alberto¹, Ortiz Butrón Agustín¹, Hernández Grajales Meztli², Mejía Appel Gabriela² y Barrera Huerta Alan³¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM²Escuela Nacional de Antropología e Historia³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH lubarba@me.com

En excavaciones recientes realizadas en el Barrio de San Pedro, Xochimilco, D.F., se ha identificado una ocupación que corresponde al periodo Posclásico y de Contacto (siglo XVI). Consideramos que el aporte de esta investigación está en presentar un contexto urbano en la zona de Xochimilco pues son muchos los trabajos realizados en el centro ceremonial y en las zonas chinamperas pero oportunidades de localizar evidencias de la vida de la población en general son reducidas y este es un buen ejemplo. El proceso de excavación sistemática utilizado permitió llevar a cabo una serie de análisis que complementan los resultados del trabajo de excavación y análisis de los materiales arqueológicos, pues como se ha podido ver en otros trabajos interdisciplinarios, el análisis químico de los suelos permite observar las evidencias que no dejan una huella material en el contexto por su misma naturaleza. Mediante estos análisis se pueden conocer actividades como la preparación o el consumo de alimentos, la cría o destazamiento de animales, actividades rituales en las que se hubiera utilizado resinas o materiales orgánicos, y zonas de traslado y espacios de tránsito que permiten ver otras posibles actividades en el lugar. Los análisis químicos han resultado ser uno de los complementos más útiles para la arqueología debido a que la perspectiva que tenemos a partir de los materiales no siempre coincide con las actividades llevadas a cabo en el espacio, por lo cual tener esta contrastación nos permite dar una mejor interpretación del contexto arqueológico.

AR-16

APLICACIONES DE LA FOTOGRAMETRÍA DIGITAL AL REGISTRO DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Acosta Guillermo¹, García Víctor Hugo² y Jiménez Gerardo³¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM²ENAH³IIA, UNAM

acostachoa@yahoo.com.mx

La fotogrametría se puede definir como la técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto. Aunque la fotogrametría analógica es tan antigua como la fotografía misma, actualmente el empleo de computadoras nos permiten el tratamiento digital de las imágenes con un ahorro de tiempo y aumento en la capacidad de procesamiento. El presente trabajo presenta la conveniencia y necesidad del procesamiento fotogramétrico en el trabajo arqueológico a distintas escalas, desde estudios de percepción remota con el empleo de drones que permite generar modelos de

elevación y ortofotos con cámara infrarroja, hasta el registro topográfico detallado de estructuras y sitios completos o el modelado 3D de objetos arqueológicos individuales. Esta metodología permite, no solo tener un registro detallado de los objetos o contextos o áreas de estudio mediante imágenes en luz visible, infrarroja o UV, sino que también permite la generación de modelos 3D y animaciones computarizadas que facilitan la comunicación del trabajo arqueológico a un público no especializado.

AR-17

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS EN VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DE UN BARRIO XOCHIMILCA

Soler Arechalde Ana María¹, Barrera Huerta Alan²,
Mejía Appel Gabriela³ y Hernández Grajales Meztli³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Escuela Nacional de Antropología e Historia

³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH
anesoler@geofisica.unam.mx

Cercano al centro histórico de la delegación de Xochimilco, declarado en 1987 como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, se localizaron vestigios arqueológicos de un antiguo barrio xochimilca (DSA-INAH). Las unidades arquitectónicas descubiertas así como el espacio que les circunda, presentaron varios niveles ocupacionales identificados por la superposición de pisos y apisonados, compuestos de cal, partículas de tezontle y sedimentos arcillo limosos. La aplicación de la técnica de arqueomagnetismo, encaminada a la datación de los pisos y apisonados, ha sido utilizada en su relación con la arqueometría como una herramienta en el establecimiento de cronologías absolutas. El muestreo de dichas estructuras permitirá el entendimiento de las dinámicas de ocupación de las unidades arquitectónicas y la constante reutilización del área como espacio habitacional o administrativo que, a juzgar por los demás materiales arqueológicos, comprende desde el siglo XII hasta finales del siglo XVI, ya bajo el nuevo orden impuesto por los conquistadores españoles. Se muestrearon seis niveles ocupacionales (56 especímenes) para estudios arqueomagnéticos. Los especímenes fueron medidos mediante un magnetómetro de giro JR6 y para obtener sus direcciones características se empleó también un desmagnetizador de campos alternos Molspin. Las direcciones medias características de cada nivel fueron analizadas mediante estadística bayesiana, correlacionándolas con la Curva de Variación Secular para el centro de México del propio Laboratorio de Paleomagnetismo-UNAM y con el modelo ARCH3K. Los resultados obtenidos son los primeros en su tipo para el área y comprenden un importante dato para futuros estudios correspondientes a la época de contacto y la parte sur de la Cuenca de México.

AR-18

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO DE LADRILLOS DE ALGUNAS EX HACIENDAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Cabrer Roberto¹, Morales Juan², Meave Castillo
Susana³, Cárdenas García Efraín³ y Gogichaishvili Avto²

¹ENES, Campus Morelia

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

³Colegio de Michoacán

avto@geofisica.unam.mx

Al igual que la mayoría de los materiales arqueológicos fabricados con arcillas, los elementos constructivos (ladrillos) contienen partículas magnéticas que, bajo ciertas circunstancias, pueden adquirir una remanencia magnética en un tiempo específico. Como el campo geomagnético cambia en dirección e intensidad con el tiempo (variación paleosecular), el momento de adquisición de la magnetización remanente puede determinarse mediante la comparación de estos parámetros con los registros conocidos del campo magnético en el pasado para una localidad específica. Cuando las variaciones pasadas del campo magnético terrestre han sido bien establecidas, el fechamiento arqueomagnético puede ser tan preciso como los obtenidos por métodos de fechamiento absoluto tradicionales (e.g. radiocarbono). En el estado de Guanajuato existió un número importante de haciendas durante la época Colonial del Virreinato de la Nueva España y hasta el Porfiriato. Estas haciendas tenían bajo su control grandes extensiones de tierras donde se desarrollaban actividades agrícolas y ganaderas principalmente (Haciendas Agro ganaderas), aunque en el caso del estado de Guanajuato hubo además minería. En este estudio se analizaron ladrillos de algunas ex haciendas para determinar los parámetros de campo magnético terrestre (Inclinación e Intensidad) con fines de fechamiento.

AR-19

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE LAS ESTRUCTURAS ANULARES (HORNO DE CAL) DE LA REGIÓN OCCIDENTE DE LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Ortiz Sol¹, Gogichaishvili Avto² y Morales Juan²

¹El Colegio de Michoacán

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
sole.ortiz.ruiz@gmail.com

Las estructuras anulares fueron definidas en los 80's por el equipo de investigación del Proyecto Arqueológico Sayil como "Estructuras en forma de dona que consisten en una depresión central (frecuentemente extendida hacia la roca madre) rodeadas por un muro de piedra que aparentemente sirve para excluir el anillo del ch'ich". En esta investigación se utilizó como método de datación el arqueomagnetismo, a través de la toma y análisis de 93 muestras provenientes de ocho estructuras: H1, H2, H3, H5, H7, H8, H12 y H14. Los análisis llevados al cabo en el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA), en las instalaciones de la UNAM – Campus Morelia, indicaron lo siguiente: (i) que la estructura H5 no presenta evidencia de quemado; las muestras fueron tomadas de las piedras que formaban el muro interior de la oquedad en la estructura pero a nivel de superficie. (ii) Las estructuras se agrupan en dos conjuntos con temporalidades distintas y (iii), la estructura H8, no excavada pero muestreada gracias a un pozo de saqueo, estuvo expuesta a un evento de uso de fuego; hecho que permitió su datación. De acuerdo a las dataciones arqueomagnéticas realizadas los hornos se pueden agrupar en dos temporalidades: la primera del 900-1100 d. C (clásico terminal: estructuras H1, H3, H8 y H12) y la segunda en 1600 d.C. (período colonial: H2, H7 y H14).

AR-20

CREACIÓN DE SERVICIO ARQUEOMAGNÉTICO NACIONAL Y RED INTERNACIONAL DE ARQUEOMAGNETISMO

Berkovich Cesar^{1,2}, Gogichaishvili Avto^{1,2}, Morales Juan^{1,2} y Soler Arechalde Ana María^{1,2}

¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA

²Servicio Arqueomagnético Nacional

c_berkovich_geologia@yahoo.com.mx

El análisis del registro magnético de materiales y estructuras arqueológicas expuestas al fuego es una fuente excepcional de datos para la Arqueología, en especial en lo relativo a la cronología. El estudio de materiales arqueológicos que han sufrido calentamiento, como hornos, baños, fogones, etc. permite determinar la dirección e intensidad del campo magnético ambiental en el momento del calentamiento, y su comparación con una curva patrón de variación secular (VS) es un eficiente método de datación. Los campos del Geomagnetismo en el que se inscriben estos estudios son el arqueomagnetismo y la arqueointensidad y su principal aplicación es la datación de estructuras de combustión arqueológicas. Sin embargo, estudiar las propiedades magnéticas tiene otras aplicaciones muy útiles como la reconstrucción de procesos de formación y enterramiento en yacimientos arqueológicos, la evaluación de procesos diagenéticos o la determinación de temperaturas de combustión, entre otros. Aunque su aplicación está adquiriendo un papel cada vez más relevante en la Arqueología, muchas de estas técnicas apenas han sido exploradas. Esta propuesta afronta todos estos aspectos. En primer lugar aborda el estudio arqueomagnético y de propiedades magnéticas de materiales arqueológicos quemados de diversa edad y naturaleza. Por una parte, se pretende obtener datos arqueomagnéticos (direccionales y de arqueointensidad) que permitan ampliar la base de datos arqueomagnética actualmente existente en México y Mesoamérica. Esto permitiría mejorar curvas y modelos de VS y a su vez, ampliar cronológicamente la aplicación del Arqueomagnetismo como método de datación. Por otro lado, una parte fundamental del proyecto comprende el estudio de propiedades magnéticas como método para obtener información arqueológica. Por ejemplo, reconstruir las condiciones tecnológicas y ambientales dominantes un fuego, determinar temperaturas de combustión, evaluar el posible carácter in situ de una estructura de combustión, reconstruir procesos de formación y enterramiento en yacimientos, etc. El objetivo de esta propuesta apoyada por un grupo de investigación interdisciplinario conformado por los académicos del Instituto de Geofísica, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad de Guadalajara, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Colegio de Michoacán, es corroborar una primera curva maestra de arqueointensidades para los últimos tres milenios. De esta forma se crearía una herramienta de fechamiento magnético mucho menos costosa e igualmente precisa que la datación radiométrica. Para lograr este objetivo se propone la creación de Servicio Arqueomagnético Nacional que sería el primero en Latinoamérica con características similares a las de instituciones Europeas. Los principales objetivos de este proyecto son establecer una red común de trabajo entre los investigadores de diferentes instituciones, que intercambiarían experiencia y conocimiento con la finalidad de obtener nuevos datos de alta calidad. Estos datos, en conjunto con los de la literatura, pueden ser estadísticamente interpretados para construir las curvas VS de referencia tanto en dirección e intensidad. Contribuir al enriquecimiento de las bases de datos arqueomagnéticos globales y ofrecer una contribución importante al modelado regional y global del campo geomagnético.

AR-21

INTENSIDAD ABSOLUTA GEOMAGNÉTICA PARA LOS ÚLTIMOS DOS MILENIOS EN EL NOROESTE DE ARGENTINA

Greco Catriel¹, Gogichaishvili Avto², Morales Juan², Gogorza Claudia³ y Rapalini Augusto⁴¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM³Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN-CONICET)⁴IGEBA, CONICET, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
catrielgreco@gmail.com

En este trabajo presentamos nuevas determinaciones de intensidad magnética realizadas en fragmentos cerámicos arqueológicos del valle de Yocavil, provincia de Catamarca, en el noroeste de Argentina. En trabajos anteriores hemos presentado resultados para la localidad arqueológica Rincón Chico y en esta oportunidad exploramos tendencias del magnetismo en escala regional. Se seleccionaron fragmentos que estuvieran estratigráficamente asociados a fechados radiocarbónicos previamente juzgados como confiables. A partir de toda la información documental de campo fueron estudiados cada uno de los contextos de donde provienen los fechados radiocarbónicos y la cerámica analizada estableciendo grados de certeza en las asociaciones. El interés de los resultados de este estudio se enmarca en principio en el ámbito de la Geofísica, ya que mediante los resultados de paleointensidad se obtiene información acerca de las variaciones de la intensidad del campo magnético. En cuanto al interés arqueológico, la obtención de datos de paleointensidad permitirá obtener una curva maestra de variación secular de la región Noroeste de Argentina, constituyendo una herramienta de gran utilidad para la datación. Asimismo, la selección de la muestra, de distintas localizaciones y segmentos temporales a lo largo de casi 2000 años de historia, permite discutir la posible relación entre cambios sociales –a partir de la información arqueológica disponible– y cambios ambientales –tomando en cuenta las implicancias paleoambientales de la variación secular de la intensidad magnética–.

AR-22

MAGNETISMO AMBIENTAL EN LA SECUENCIA DEL PLEISTOCENO TARDIO-Holoceno DE PALEOSUELOS ALUVIALES EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Vázquez Gabriel¹, Solís Castillo Berenice², Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Gogichaishvili Avto⁴, Morales Juan⁵ y Bautista Francisco²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia³Instituto de Geofísica, UNAM⁴Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
gvazquez@enesmorelia.unam.mx

En la región de las tierras bajas Mayas, a lo largo del paisaje aluvial del río Usumacinta, los perfiles Holocénicos exhiben características sedimentarias y procesos de formación de suelos, como registro de condiciones ambientales e interacciones antrópicas-ambientales. En este trabajo se tratan tanto suelos como los sedimentos asociados al sitio arqueológico de Tierra Blanca, el cual tuvo ocupación desde el Holoceno medio hasta el Reciente. La integración de datos magnéticos y paleopedológicos fueron utilizados para reconstruir las condiciones ambientales desde el Pleistoceno tardío. Las propiedades magnético-pedogénicas fueron caracterizadas mediante el uso de estudios de magnetismo de rocas para determinar la composición, concentración y tamaño de dominio magnético de los minerales magnéticos, comparados con los procesos pedogénicos en los diferentes tipos de suelos. Los paleosuelos del Pleistoceno tardío fueron formados en un clima húmedo, mostrado por la presencia de hematita fina, directamente relacionada con procesos de oxido-reducción durante el desarrollo de Gleysoles. La transición del Holoceno medio es obtenida del paleovertisol, fechado en 2,340-2,300 años cal. AP en combinación con la presencia de abundantes cerámicas del Formativo; este suelo presenta una heterogeneidad en sus parámetros magnéticos debido a procesos de argiloturbación. Las condiciones ambientales observadas fueron mas húmedas y secas alrededor de 5,500 años cal AP. Finalmente, los dos paleosuelos superiores son menos desarrollados y fuertemente afectados por actividades humanas durante el periodo Clásico Maya, fechado en 1,140-970 años cal. AP; estos suelos tienen mineralogía magnética oscilante (hematita-magnetita-maghemita) derivada del incipiente intemperismo y las perturbaciones antrópicas que agregaron nuevos materiales al suelo. Estos suelos se asocian a condiciones ambientales mas húmedas.

AR-23

HISTORIA FLUVIAL Y PALEOAMBIENTE EN LA OCUPACIÓN HUMANA DE LAS TIERRAS BAJAS MAYAS: EL USUMACINTA MEDIO

Solís Castillo Berenice¹, Solleiro Rebolledo Elizabeth², Ortiz Pérez Mario Arturo³, Terhorst Birgit⁴ y Damm Bodo⁵¹Instituto de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA²Instituto de Geología, UNAM³Instituto de Geografía, UNAM⁴Instituto de Geografía y Geología, Universidad de Würzburg, Alemania⁵Instituto de Análisis Espacial y Planificación de Agricultura Intensiva, Universidad de Vechta, Alemania
bsolisc.geologia@gmail.com

La región de las Tierras Bajas Mayas es controlada por un sistema fluvial dinámico y complejo que responde a los cambios ambientales. Esta respuesta ha quedado registrada en las diferentes fases de sedimentación y pedogénesis dentro de la cuenca del Río Usumacinta, el cual es considerado como uno de las cuencas más importantes de México, con una extensión de 75,000 km². En la Sierra Norte de Chiapas se describen cuatro ambientes geomórficos y el resto pertenecen a la planicie aluvial del río Usumacinta. Las unidades de la Sierra de Chiapas son las más antiguas de la zona de estudio y son controladas por procesos tectónicos y de modelado kárstico. Los suelos que caracterizan estas unidades son suelos de poco desarrollo en las partes elevadas (Leptosoles réndzicos) hasta suelos con alto grado de desarrollo, ubicados en las posiciones bajas (Luvisoles). Por su parte, las unidades dentro de la planicie aluvial son más jóvenes (Pleistoceno tardío-Reciente) y exhiben un sistema de terrazas en las cuales se registraron paleosuelos que fueron utilizados como un indicador para la reconstrucción de los cambios en las condiciones ambientales durante el Holoceno. Las secciones fueron correlacionadas por la morfología de los paleosuelos, edades de radiocarbono y materiales arqueológicos tipo de cada uno de los periodos de ocupación humana en el área: Formativo, Clásico y Post-clásico. Los paleosuelos más antiguos se caracterizan por sus fuertes rasgos gleycos y contienen concreciones de carbonatos con edades de 5450-5380 años cal. A.P.; sin embargo los carbonatos fueron depositados posteriormente producto de los paleosuelos desarrollados durante el Holoceno medio. Los paleosuelos en la parte superior de la secuencia coinciden con cada una de las etapas de ocupación; el paleosuelo más antiguo de estos tiene una edad entre los 2000 y 2700 años cal. A.P. con fuertes rasgos vérticos y contiene abundante cerámica del periodo Formativo. Los paleosuelos superiores tienen un menor desarrollo y son afectados por la actividad antrópica, aquí las edades de radiocarbono y la tipología de la cerámica registrada indican que pertenecen al periodo clásico y post-clásico respectivamente. Estos resultados indican que los paleosuelos del Pleistoceno-Holoceno se desarrollaron en climas húmedos, posteriormente se observa una transición hacia condiciones más secas en el Holoceno medio alrededor de los 5500 años cal. A.P. En el Holoceno tardío, aproximadamente a los 3,000 años A.P. hay un incremento en la estacionalidad que favorece el desarrollo de suelos tipo Vertisol.

AR-24

ESTUDIOS DE PAISAJE PREHISPÁNICO EN EL VALLE DE TEOTIHUACAN, MÉXICO: EL ÁREA DE TLAJINGA

McClung de Tapia Emily¹, Martínez Yrizar Diana¹, Ibarra Morales Emilio¹, Adriano Cristina², Gutiérrez Castorena Ma. del Carmen³ y Fernández Galán Stephanie²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Collegio de Postgraduados, COLPOS
emily.mcclungtapia@gmail.com

La evidencia material de la vegetación en el pasado (grupos de plantas características de un paisaje específico) en diferentes momentos del tiempo proporciona indicadores del cambio paleoambiental relacionado con factores antropogénicos, eventos climáticos naturales y la interacción de ambos. El análisis de los restos micro- y macrobotánicos procedentes tanto de excavaciones arqueológicas controladas como de perfiles estratigráficos realizados fuera de los sitios arqueológicos (off-site), contribuye al estudio de cambios en los paisajes antiguos a través del tiempo. En este trabajo consideramos el caso de Tlajinga, un sector del Valle de Teotihuacan ubicado a unos 2280msnm, en la planicie aluvial al extremo sur de la zona urbana prehispánica. La evidencia arqueológica indica la importancia agrícola de Tlajinga durante los periodos Clásico y Posclásico (aproximadamente 200-1500 d.C.), inclusive durante la época Colonial. Excavaciones llevadas a cabo durante los años setenta, así como en la actualidad han proporcionado materiales botánicos relacionados con la producción agrícola. Los restos botánicos obtenidos en perfiles realizados en el área también apoyan dicho uso, particularmente, la presencia de maíz (Zea mays L.) y de plantas arvenses asociadas al cultivo. Los fitolitos y los valores $\delta^{13}C$ obtenidos en materia orgánica del suelo indican la predominancia de plantas C4, también congruente con el cultivo. El suelo enterrado con propiedades vérticas, el llamado "suelo negro" situado encima del tepetate, considerado como un marcador estratigráfico se distribuye ampliamente a través del área de estudio. La presencia de la superficie de cultivo prehispánico a más de un metro por debajo de la actual, muestra los procesos dinámicos de alteración en el paisaje a través del tiempo. El análisis de perfiles adicionales en Tlajinga se encuentra en proceso, con el propósito de ampliar

los conocimientos respecto a la historia de la transformación del paisaje como consecuencia del impacto humano.

AR-25 CARTEL

REPORTE INTEGRAL DE LOS ESTUDIOS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA SOMERA REALIZADOS FRENTE A LA PIRÁMIDE DE LA LUNA, EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO. ETAPAS 2013 Y 2014,

Hernández Quintero Juan Esteban, Cifuentes Nava Gerardo, Soler Arechalde Ana María, Cuadra Cristina y Martínez Lorenzo Luz Elva
Instituto de Geofísica, UNAM
estebanh@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados integrales de los estudios de Geofísica Somera realizados durante dos etapas de trabajo realizadas en mayo de 2013 (Hernández-Quintero et al., 2013), y los estudios de Tomografía Eléctrica Capacitiva (TEC) y Gradiente Magnético Vertical (GMV) en Febrero de 2014. El objetivo primordial del estudio realizado en 2013 fue establecer una primera evaluación geofísica del subsuelo próximo al monolito que se encuentra frente a la Pirámide de la Luna (con coordenadas geográficas 19.6976935 de Latitud Norte; y 98.8443618 de Longitud Oeste). Como resultado del levantamiento magnetométrico fue posible observar un dipolo que sugiere la presencia de un basamento superficial de dimensiones aparentemente similares a la del monolito, en los primeros dos metros de profundidad. Este monolito ha representado cierta controversia entre los estudiosos de esta zona arqueológica; ya que no se ha establecido desde su descubrimiento en el siglo pasado, si tiene un basamento o no. En el estudio de 2013, los efectos de la plataforma ubicada al norte del área de estudio, se hicieron patentes con máximos magnéticos relativos asociados al volumen y a la composición de ésta. Un mínimo magnético ubicado al oeste de este mismo borde, se relaciona con una serie de máximos y mínimos relativos que forman una clara tendencia norte-sur. Para explicar esto, se revisaron los datos nuevamente y las anotaciones de campo sobre la descripción del sitio, con el fin de encontrar un rasgo subterráneo relacionado con una tubería o una instalación sanitaria que pudiese tener esa expresión magnética. Bajo estas consideraciones, se realizó una segunda etapa de exploración que consistió de trece líneas de Tomografía Eléctrica Capacitiva en un área mayor a la del estudio de 2013. Para realizar esta parte de la exploración geofísica se utilizó el resistivímetro Ohm Mapper (Geometrics modelo G-858). Además se realizó un segundo levantamiento magnético (gradiente vertical) en esta misma área para su comparación con el anterior. Finalmente se definió un sitio alternativo para la definición del vector magnético mediante la medición de la Declinación y la Inclinação magnéticas. En los resultados se corrobora la existencia del basamento por debajo del monolito estudiado. Se analiza la combinación de los métodos de Tomografía Eléctrica Capacitiva y Magnetometría de Gradiente Vertical en el área, resultando consistentes no solamente en las anomalías reportadas en 2013. Se muestra de manera más detallada otros rasgos subterráneos que se encuentran entre los 2 y los cinco metros de profundidad asociados nuevamente a zonas de relleno, instalaciones eléctricas, o túneles. Dentro de las recomendaciones se propone una perforación de al menos cuatro metros de profundidad encima de estas anomalías para establecer la naturaleza de las anomalías que se observaron tanto en su respuesta magnética como en la tomografía eléctrica.

AR-26 CARTEL

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO INTEGRAL DE UN CALERO MEDIEVAL EN EL YACIMIENTO DE PINILLA DEL VALLE (MADRID, ESPAÑA)

Gogichaishvili Avto¹, Carrancho Angel² y Morales Juan³

¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA

²Dpto. Ciencias Históricas y Geografía, Universidad de Burgos, España
avto@geofisica.unam.mx

Presentamos aquí un estudio arqueomagnético realizado en un calero (horno para la producción de cal) situado en el yacimiento de Pinilla del Valle (Madrid, España). Fuentes históricas escritas sugieren que este horno fue utilizado para obtener cal para la construcción de un monasterio medieval, pero la fecha de su último uso era algo desconocido. Considerando sus excelentes condiciones de conservación, realizamos un estudio arqueomagnético con el fin de datar su última utilización a partir del análisis de la dirección e intensidad registrada tras su última combustión. Los resultados mineralógicos indican que el principal mineral portador de la magnetización remanente es magnetita pseudo mono dominio (PSD), aunque también se detectó la presencia de hematita. Los valores del cociente de Köenigsberger (Qn) son > 1 , indicando un origen termoremanente para la magnetización natural remanente (NRM). La dirección arqueomagnética media, obtenida a partir de 29 especímenes, es coherente y estadísticamente robusta (Dec: 1.4°; Inc: 44.8°; k: 175.8; ?95: 2.0°). En lo relativo a los resultados de arqueointensidad, aproximadamente la mitad de las muestras fueron rechazadas por mostrar una débil remanencia o concavidad en sus diagramas de Arai. No obstante, 11 especímenes proporcionaron determinaciones de arqueointensidad satisfactorias, mayoritariamente comprendidas entre 34.4 ± 0.5 y 54.1 ± 4.1 ?T. Aunque dos especímenes del mismo testigo proporcionaron valores anómalamente

altos (79.5 ± 4.2 y 74.5 ± 2.5 ?T), éstos no exhiben propiedades magnéticas distintivas que justifiquen su exclusión para el cálculo de la arqueointensidad media (54.6 ± 3.9 ?T). Por otra parte, este valor concuerda bien con estudios similares realizados en materiales coetáneos en la Península Ibérica. La datación arqueomagnética se realizó utilizando combinadamente los resultados direccionales y de arqueointensidad mediante el uso de la herramienta en MATLAB diseñada por Pavón Carrasco et al. (2011). La fecha obtenida para el último uso está comprendida entre el 1297 – 1390 AD, al 95 % de confianza. Esta datación arqueomagnética cuadra perfectamente con dos dataciones radiocarbónicas disponibles posteriores a la obtención de estos resultados; dataciones tales que certifican la coherencia de la datación arqueomagnética realizada. Se discute el interés e implicaciones de estos resultados tanto desde el punto de vista arqueológico cuanto geomagnético.

AR-27 CARTEL

RESULTADOS DE DETERMINACIONES ABSOLUTAS DE ARQUEO INTENSIDAD EN TEPALCATES DEL SITIO ARQUEOLÓGICO "LOMA ALTA", ZACAPU MICHOACÁN

Teran Guerrero Anuar Gabriel¹, Gogichaishvili Avto², Morales Juan² y Cárdenas García Efrain³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³El Colegio de Michoacán

anuarteran@ciencias.unam.mx

Se presentan los resultados preliminares de determinaciones absolutas de arqueointensidad, investigadas en 120 especímenes provenientes de 20 fragmentos de cerámica o tepalcates, obtenidas de un sitio arqueológico del estado de Michoacán conocido como "Loma Alta", Zacapu. Dicho sitio de carácter ritual, tuvo un periodo de ocupación de 1600 años, teniendo su mayor esplendor durante el periodo 150 a .C. – 350 d.C. Durante las excavaciones extensivas llevadas a cabo en 1994 en la parte oriental de la loma, resaltaron la monumentalidad de Loma Alta y la complejidad de su sistema constructivo que contiene una gran cantidad de elementos arquitectónicos de gran elaboración en piedra labrada, así como grandes muros de contención. Se pudo determinar la intensidad absoluta con parámetros de confianza aceptables ($f ? 0.33$ y $q ? 5$) en el 67% de los especímenes estudiados, con lo que se obtuvo un intervalo de intensidad de ($35.787, 65.859$) [µT], lo que refina el conocimiento del comportamiento del campo geomagnético en el área del norte Mesoamérica. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron cotejados con información arqueológica y mostraron una buena correlación, limitando más los periodos de fabricación de la cerámica que los obtenidos mediante radio carbono, lo que permite una cronología más detallada de la dinámica del sitio estudiado. Los estudios kT permitieron inferir la presencia de titanomagnetitas tanto pobres como ricas en titanio de las muestras con las que se trabajó. La obtención de estos datos contribuye a mejorar el conocimiento del comportamiento temporal del campo geomagnético (variación secular) en los últimos 2500 años en un periodo de 500 años. Los estudios sistemáticos como estos construyen el conocimiento del campo magnético antiguo. Además, en una aplicación más técnica, serán usados para el desarrollo de herramientas como la datación de materiales arqueológicos por métodos magnéticos.

AR-28 CARTEL

DATACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE CERÁMICAS DEL SITIO ARQUEOLÓGICO OJOCALIENTE, ZACATECAS

Cázarez Barboza Marco Anyelo¹, Morales Juan², Martínez G. Fernández³ y Gogichaishvili Avto²

¹ENES, Campus Morelia

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ
anyelo_caba@hotmail.com

Para la elaboración de cerámicas son necesarios tierra, agua y fuego. Debido al contenido de minerales magnéticos en las arcillas, estas nos brindan un medio sin igual para el estudio del campo geomagnético (CGM) en periodos desprovistos de mediciones instrumentales mediante el análisis de vestigios arqueológicos. Por el contrario, cuando las variaciones del CGM están bien establecidas por curvas de variación secular (CVS) para una región, tales variaciones pueden ser utilizadas como método de datación alterno. A diferencia de los métodos tradicionales (escalares) de datación, al ser el CGM un campo vectorial la datación puede hacerse empleando tres parámetros independientes: Declinación, Inclinação e Intensidad. Otra diferencia significativa entre los métodos tradicionales de datación y la datación arqueomagnética es que en este último no se requiere de carbón asociado a la cerámica. Se presentan los resultados de un estudio arqueomagnético realizado en muestras cerámicas del sitio arqueológico Ojocaliente, Zacatecas. Este sitio presenta evidencias de asentamientos humanos de cazadores-recolectores de la tradición llamada "cultura del desierto" tan tempranos como AC 1000. El análisis de las propiedades magnéticas se realizó en especímenes piloto, comprendiendo la desmagnetización progresiva por campos alternos (hasta 100 mT) de la magnetización natural remanente (NRM), obtención de ciclos de histéresis magnética hasta 1T, curvas de campo reverso (backfield) y curvas termomagnéticas hasta 700 °C en aire. Los determinaciones de arqueointensidad se realizaron empleando el método propuesto por Thellier y Thellier modificado por Coe, analizando 7 fragmentos de piezas cerámicas que, por sus propiedades magnéticas, resultaron ser las potencialmente más apropiadas para este tipo de análisis. Para

ello se prensaron en pastillas de sal 7 especímenes en promedio por muestra, obteniendo un total de 49 núcleos paleomagnéticos estándares. Los valores crudos de arqueointensidad se corrigieron por efectos de diferencias entre ritmos de enfriamiento natural y de laboratorio, obteniéndose valores de arqueointensidad media por fragmento que varían entre los 33 y 54 ?T. De los diagramas vectoriales asociados a los experimentos de arqueointensidad se aprecian componentes secundarias a temperaturas intermedias en algunas de las muestras, sugiriendo calentamientos posteriores a la elaboración de la pieza. Tales recalentamientos podrían ser debidos al uso recurrente de las piezas, de acuerdo a la utilidad de las mismas. La datación arqueomagnética se realizó mediante la herramienta matemática *Archaeo_dating* implementada en MATLAB por Pavón-Carrasco et al. (2011), empleando la curva modelo CALS3k. De forma preliminar se identifican al menos 2 intervalos como las edades más probables para los diferentes fragmentos estudiados.

AR-29 CARTEL

AN INTEGRATED ARCHAEO-MAGNETIC AND THERMOLUMINESCENCE ANALYSIS APPLIED TO A BRICK WORKSHOP AT KATO ACHAIA, GREECE

Tema Evdokia¹, Morales Juan² y Gogichaishvili Avto²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, Italy

²Laboratorio Interistitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
evdokia.tema@unito.it

The full geomagnetic field vector was used for the archaeomagnetic dating of two kilns after the comparison with the reference secular variation curves calculated directly at the site of Kato Achaia. Independent dating has also been obtained from thermoluminescence (TL) analysis of four samples from each kiln. The dating results obtained from the two methods have been compared and the last firing of each kiln has been estimated from the combination of the two techniques. Using the independent date offered by TL dating, the new archaeomagnetic data have been compared with other data from the same period and they can further be used as reference points to enrich our knowledge about the past secular variation of the Earth's magnetic field in Greece.

AR-30 CARTEL

DATACIÓN POR RADIOCARBONO DEL ÁREA DE ACTIVIDAD 5, SAN PEDRO XOCHIMILCO

González Hernández Galia¹, Beramendi Orozco Laura², Mejía Appel Gabriela³, Barrera Huerta Alan⁴, Hernández Grajales Meztlí¹ y Orihuela López Osvaldo Tonathiu⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH

⁴Escuela Nacional de Antropología e Historia
galia@geofisica.unam.mx

En excavaciones recientes en el predio denominado Pedro Ramírez del Castillo ubicado en el barrio de San Pedro, se localizaron vestigios arqueológicos de un antiguo sitio de filiación xochimilca. Se excavaron varias unidades arquitectónicas (de posibles usos habitacionales o administrativos) con diferentes distribuciones espaciales. En el área de actividad 5 en la unidad arquitectónica 2, dentro del cuarto 2 y sobre el piso 1 se localizó un fogón con restos de fibras, morillos de madera, cerámica, lítica y por lo menos 20 olotes carbonizados. De estos últimos se realizaron dos muestreos con fines de datación, buscando corroborar los datos obtenidos por los materiales arqueológicos en contexto de excavación. En este trabajo se presentaran las edades radiocarbónicas obtenidas de las muestras de olotes analizadas por el método de 14C por Espectrometría de Centelleo Líquido en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR) de la UNAM.

AR-31 CARTEL

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONJUNTO DE DATACIONES RADIOCARBÓNICAS DEL PUCARÁ DE TILCARA (PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA)

Greco Catriel¹ y Otero Clarisa²

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina
catrielgreco@gmail.com

La región de los Andes centrales y meridionales (al sur del Lago Titicaca hasta el noroeste argentino y norte de Chile) fue, durante el período Intermedio Tardío o de Desarrollos Regionales (aproximadamente entre los siglos IX y XV AD), escenario del desarrollo y consolidación de sistemas políticos tendientes a la centralización demográfica en grandes poblados con características defensivas, conocidos habitualmente como Pucará. La precisión cronológica para los inicios y la duración de este fenómeno se mantiene todavía con muchas incertidumbres, principalmente porque se trata de espacios de larga ocupación y superposición de ocupaciones. Para contribuir a solucionar ese problema, este artículo propone analizar la historia de ocupación del Pucará de Tilcara, uno de los más grandes

centros poblados de la Quebrada de Humahuaca en el norte de Argentina. Se cuenta con un total de 25 dataciones de radiocarbono, las cuales son evaluadas críticamente para juzgar su confiabilidad. El conjunto de datos más confiable permite realizar estimaciones con estadística bayesiana y estimar una ocupación entre los siglos XII y XVII y un momento de mayor intensidad de poblacional durante la época incaica.

AR-32 CARTEL

MACRORRESTOS, POLEN Y FITOLITOS DEL SITIO PRECERÁMICO DE SAN GREGORIO ATlapulco.

Martínez Yrizar Diana¹, Adriano Cristina¹, Ibarra Morales Emilio¹ y Martínez-Flores Isay Alan²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Escuela Nacional de Antropología e Historia
yrizarmd@hotmail.com

El sitio de San Gregorio Atlapulco (conocido como El Japón) se localiza al sureste de la Cuenca de México en la delegación Xochimilco. Su estudio se inició en la década de los 90's reportándose montículos ocupacionales y chinampas asociadas al Postclásico Tardío (1450-1521). En años recientes se retoma la investigación en el lugar en el marco del proyecto Poblamiento, Agricultura inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAPIIT IG400513-3). Uno de sus objetivos es aportar nuevos datos al estudio de las sociedades Precerámicas en la Cuenca, para lo cual se realizaron excavaciones extensivas en el sitio. Una de ellas la denominada Unidad A, se localizó en el límite sur de la plataforma habitacional y que por los materiales en superficie indicaban una ocupación más temprana (Precerámico Tardío ca. 4000-4200 a.n.e). En dicha unidad se tomaron muestras para análisis de materiales botánicos (macro y microrrestos). En este trabajo se presentan los resultados preliminares de los estratos IIIA y IIIB. Entre los taxa determinados hasta este momento se encuentran plantas de las familias: Cyperaceae, Chenopodiaceae, Poaceae, Pinaceae y Betulaceae, que son propias de cuerpos de agua y bosques templados.

AR-33 CARTEL

PALEOPAISAJE, UN MÉTODO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE SITIOS TEMPRANOS EN EL BAJO GRIJALVA, TABASCO

Solis Castillo Berenice¹, Teranishi Castillo Keiko², Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Nooren Kees⁴ y Salazar Estrada Jaimy Oney⁵

¹Instituto de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA

²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Universiteit Utrecht, Netherlands

⁵Escuela Nacional de Antropología e Historia
bsolisc.geologia@gmail.com

El Bajo Grijalva en Tabasco, es un sistema de pantanos y humedales formados por cordones litorales que actualmente son influenciados por el río Grijalva. Tales cordones litorales representan antiguas líneas de playa, cuyas edades van desde 2430 años cal. a.C hasta 773 años cal d.C permitiendo establecer su formación durante la edificación de los asentamientos humanos desde el Formativo hasta el Clásico Terminal. Hasta el momento, la secuencia cerámica y las técnicas constructivas caracterizan una secuencia temporal de corta duración, del Clásico Tardío (600-800 DC) hasta el Terminal (830-950 DC) en la región; aunque los periodos de ocupación que se han definido por la clasificación cerámica abarcan el Complejo Chicanel del Preclásico tardío no se han localizado ni registrado los sitios arqueológicos de este periodo. Es así, que nosotros con base en la identificación de los rasgos asociados a las transformaciones del paisaje inducidas por las actividades humanas, específicamente la construcción de estructuras arqueológicas sobre los cordones litorales nos permitieron reconocer los periodos de estabilidad en el paisaje costero, y la edad del mismo, además de identificar la antigua línea de costa en cada uno de los periodos de ocupación humana. La localización de la antigua línea de costa, nos ha permitido distinguir el emplazamiento de los sitios más tempranos, los cuales fueron limitados espacialmente por la configuración de la línea de costa durante el periodo Formativo.

AR-34 CARTEL

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL Y ECOLOGÍA DE LA MEGAFUNA DEL PLEISTOCENO EN LA PLANICIE COSTERA DE VERACRUZ

Cerda Luz M.¹, Espino Luis A.¹, Pacheco Erick I.¹, Solís Castillo Berenice², Vázquez Gabriel¹, Gogichaishvili Avto³ y Morales Juan⁴

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
lucerookie@gmail.com

La reconstrucción de las condiciones ambientales durante el Poblamiento Temprano en la planicie costera de Veracruz, es una temática poco estudiada por la falta de registros paleoclimáticos en el Sureste de México. En esta región se han registrado

numerosos restos paleontológicos de la mega fauna del Pleistoceno, la cual ha sido vinculada con los primeros asentamientos humanos del área. Por lo anterior se propone el estudio de paleosuelos aluviales del Pleistoceno tardío-Holoceno con el objetivo de reconstruir las condiciones ambientales de la región y los hábitats que fueron atractivos para los grandes herbívoros asociados con los cazadores recolectores. El sitio se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica de la Planicie Costera del Golfo de México. Los paleosuelos objeto de este estudio se formaron a partir de la sedimentación en un ambiente aluvial; su análisis se basa en la identificación de los procesos formadores del suelo que se conservan en su morfología, propiedades físicas y químicas. La secuencia está formada por dos paleosuelos sepultados por un sedimento aluvial; el paleosuelo 2, con un horizonte Bg que refleja condiciones húmedas, a diferencia del paleosuelo 3 que se conforma de los horizontes 3Bgk y 3BC, el cual se desarrolló bajo condiciones húmedas pero con algunas fases secas que permitió la precipitación de carbonatos, este último asociado estratigráficamente con la fauna pleistocénica. Como resultado de este estudio es posible deducir que las condiciones ambientales en la transición del pleistoceno al Holoceno fueron húmedas, con algunos periodos secos que permitieron el desarrollo de grandes planicies de pastizales atractivos para los mega mamíferos.

AR-35 CARTEL

LOS ASENTAMIENTOS MAYAS DEL CLÁSICO TARDÍO Y EL APROVECHAMIENTO DEL ENTORNO EN EL BAJO GRIJALVA, TABASCO.

Salazar Estrada Jeimy Oney¹, Solís Castillo Berenice²,
Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Díaz Jaime³ y Hinojosa Carlos⁴

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
onney_24@yahoo.com.mx

Uno de los temas de interés en el estudio de la Cultura Maya, ha sido el aprovechamiento del paisaje y los cambios ambientales suscitados por las actividades de los antiguos mayas. Las numerosas investigaciones realizadas desde la época de los años 60's, se han dirigido a entender y explicar la forma en como subsistieron y lograron desarrollarse culturalmente. Es así que el objetivo principal de la investigación es comprender y proponer la forma en que los antiguos mayas lograron su desarrollo cultural y subsistencia durante el periodo Clásico (650-900 d.C.), específicamente en la zona deltaica del Bajo Grijalva. Los sitios arqueológicos estudiados; Rancho Magdalena, Vicente Guerrero, Benito Juárez y Simón Sarlat, comparten los mismos rasgos: posición en el relieve (antiguos bordos dunarios), y ambiente natural (zona de pantanos y humedales). Para conocer la dinámica medioambiental y cultural, que permitió el desarrollo de los grupos asentados en la región, se estudiaron las superficies de ocupación; el análisis edáfico y la correlación estratigráfica, además del material arqueológico asociado a los perfiles. Los suelos de la región del Bajo Grijalva, tienen poco desarrollo edáfico, son de textura arenosa (arena fina-media), tienen un bajo contenido de nutrientes (bases; Ca, N, P, K.), un bajo porcentaje de carbono orgánico, sin embargo, fueron potencialmente utilizados para la agricultura y como material constructivo; lo cual evidencia un aprovechamiento intensivo de los recursos edáficos de la región durante el Clásico Tardío-Terminal.

AR-36 CARTEL

ESTUDIOS GEOARQUEOLÓGICOS EN TEPEXCAN, EDO. DE MÉXICO: ANÁLISIS EDAFOLÓGICOS ASOCIADOS A ACTIVIDADES HUMANAS.

Rivera González Iran Irais¹, Sedov Sergey², McClung de Tapia Emily³,
Acosta Guillermo³, Adriano Cristina³, Cruz Ivonne³ y García Víctor Hugo³

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²IG, UNAM

³IIA, UNAM

ldp_enah@yahoo.com.mx

El sitio de Tepexpan ha sido un sitio importante en el estudio del Poblamiento de México desde el descubrimiento del llamado Hombre de Tepexpan. Recientes estudios geoarqueológicos han permitido establecer una secuencia paleoambiental preliminar para el sitio, pero no se ha podido establecer la asociación de los restos humanos con materiales culturales o pisos de actividad humana. En 2013 se efectuaron excavaciones arqueológicas en Tepexpan por parte del Proyecto Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas de la UNAM. Como parte del estudio se incluyeron análisis geoarqueológicos con el objetivo de ampliar la información sobre el Paleosuelo en la región durante el Holoceno medio (ca. 6000-4000 BP). Para ello, se llevó a cabo un estudio de prospección geofísica y se excavaron seis pozos de sondeo pero solo en tres de ellos se tuvo una secuencia lo suficientemente amplia para un estudio paleopedológico más detallado. En uno de ellos se hicieron análisis de polen y diatomeas y en otros dos de susceptibilidad magnética. Como parte de los resultados se observó que las muestras correspondientes a mayor profundidad y con presencia de sedimentos lacustres fue donde se encontró una mayor cantidad de diatomeas entre las cuales se identificaron pennadas y centrales; las primeras en su mayoría fueron del género *Navícula* sp. y de las de simetría

radial fueron *Cyclotella* sp. La presencia de polen no es representativa, por lo que la reconstrucción de la flora por este medio no fue posible. Así mismo, con las pruebas de susceptibilidad magnética se localizó un incremento de minerales ferromagnesianos asociado a un posible horizonte B que se encuentra datado en su parte superior para 4650 BP. y por debajo de este nivel se localizaron algunas lascas de obsidiana y basalto, que corresponden a los primeros materiales culturales asociados a un nivel contemporáneo con el de los restos del hombre de Tepexpan. Los análisis edafológicos complementarios brindan información sobre las características edáficas y ambientales de la región durante el Holoceno medio, y generan un marco ambiental preliminar para las actividades humanas en el área hacia el Holoceno Medio.

AR-37 CARTEL

ESTUDIO DE PALEOSUELOS Y ACTIVIDADES HUMANAS DURANTE EL HOLOCENO MEDIO EN SAN GREGORIO, XOCHIMILCO

Rivera González Iran Irais¹, Sedov Sergey², McClung de Tapia Emily³, Acosta Guillermo³, Adriano Cristina³, García Víctor Hugo³ y Aburto Alixeth Daniela⁴

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²IG, UNAM

³IIA, UNAM

⁴ENAH

ldp_enah@yahoo.com.mx

En el ejido de San Gregorio, Xochimilco, DF, se realizaron excavaciones arqueológicas con el objetivo de localizar evidencias de actividades humanas en contextos precerámicos en la planicie lacustre del extinto lago Chalco-Xochimilco, así como evaluar el sistema de subsistencia asociado a las primeras aldeas agrarias del sur de la cuenca de México. Durante el trabajo de campo se excavaron dos unidades denominadas Unidades A y B. La segunda consta de un área extensa con restos de fogones (6200 Cal. BP) asociados a piedras de molienda y material lítico en obsidiana y basalto. Por debajo de estos hogares asociados al periodo de agricultura temprana se localizó una secuencia edáfica que consta de tres paleosuelos, el más antiguo se localizó sobre la Pómez Toluca Superior (UTP, ca. 10,500 BP). Los objetivos particulares de esta investigación son conocer las condiciones edáficas de la región a través del análisis de los tres paleosuelos de la unidad B y sus implicaciones en el desarrollo de una secuencia cultural temprana mediante el estudio de la micromorfología de suelos, análisis de microrrestos, isótopos estables y susceptibilidad magnética, con la finalidad de reconstruir el marco paleopedológico y paleoambiental al que se asocia el desarrollo de las primeras sociedades agrarias de la región.

AR-38 CARTEL

MORFOMETRÍA DE LOS SUELOS SEPULTADOS POR LAS LAVAS DEL VOLCÁN XITLE EN LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DE COPILCO Y CUICUILCO.

Díaz Jaime, Ibarra Georgina y Sedov Sergey
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
jaumedo@geologia.unam.mx

Esta investigación se lleva a cabo dentro de los sitios arqueológicos de Copilco y Cuicuilco, sitios datados para el horizonte Formativo y localizados al sur de la Cuenca de México. Una de las problemáticas que se ha enfrentado con respecto al sitio de Cuicuilco es conocer si éste lugar fue abandonado antes o después de la explosión del volcán Xitle. A partir de lo anterior, planteamos como uno de los objetivos principales de dicha investigación: caracterizar el suelo por medio de sus propiedades físicas, químicas y morfológicas, para así reconocer la superficie de ocupación, y conocer así las condiciones ambientales en que este suelo fue formado. Debido a lo anterior, se pretende, por medio del estudio micromorfológico de los horizontes, conocer la génesis y evolución, además de su caracterización morfológica primaria. La metodología consistió en, la impregnación mediante resina poliéster y sometidas a vacío de 24 microatmósferas por dos horas de bloques inalterados de suelo y solidificación a temperatura ambiente por dos semanas. Obtenida las láminas se analizaron utilizando un microscopio petrográfico Olympus B51. El análisis morfométrico consistió en escanear y digitalizar las láminas delgadas utilizando un escáner de alta resolución, con parámetros de 2400 dpi y 24bits de color. El software utilizado fue IMAGE Pro Plus 5.1., los parámetros evaluados fueron: % arena limo y arcilla, poros. Los resultados cuantitativos obtenidos han sido determinantes en la evaluación textural debido a las dificultades que se han presentado en estos suelos sometidos a altas temperaturas.

AR-39 CARTEL

**LA JOYERÍA EN OBSIDIANA DE LA TRADICIÓN
TEUCHITLÁN: UN ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO DE
SU TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN Y PROCEDENCIA**

Esparza López Rodrigo
Centro de Estudios Arqueológicos/LADIPA-El Colegio de Michoacán, A.C.
resparza@colmich.edu.mx

Durante los trabajos arqueológicos realizados en el sitio arqueológico Guachimontones (Teuchitlán, Jalisco) se hallaron una serie de tumbas de tiro y entierros en el patio exterior del círculos 3 y dentro del altar del círculo 6, además de otros 6 entierros en las unidades habitacionales de la zona de talleres 4, todos ellos fechan entre el 300 a.C. y el 100 d.C., para el Preclásico tardío y Clásico temprano. Dentro del ajuar funerario se rescataron una serie de objetos de joyería en obsidiana que llamaron nuestra atención por su técnica de fabricación y morfología siendo al parecer los únicos en su tipo en toda Mesoamérica. En esta ocasión mostraremos a partir un análisis arqueométrico por microscopía óptica y electrónica algunos aspectos de su tecnología de fabricación realizada sobre láminas muy delgadas. Así también, se realizaron los análisis por activación neutrónica (AAN) en fragmentos de esta joyería que nos hablan sobre su procedencia y sobre una especialización regional probablemente controlada por la élite local.

Sesión Regular

Ciencias del suelo

Organizadores:

Francisco Bautista
Gilberto Hernández

CS-1

LA IMPORTANCIA DE LOS SUELOS FORESTALES MICHOCANOS PARA CAPTURAR CARBONO

García-Oliva Felipe¹, Tapia-Torres Yunuen², Velázquez-Duran Rodrigo², Fuentes-Junco Jesús² y Martínez René²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²UNAM

fgarcia@cieco.unam.mx

La conservación y manejo de los bosques son consideradas como actividades prioritarias en las políticas de mitigación al Cambio Climático Global desde el Protocolo de Kyoto. Por lo que es muy importante diagnosticar cuanto C contienen los diferentes ecosistemas forestales, para poder diseñar estrategias para reducir las emisiones de Gases de Efecto de Invernadero, sobre todo en regiones donde su área está cubierta por bosques. Este es el caso de Michoacán, ya que los bosques ocupan el 58% de su superficie. En este trabajo se presentan las estimaciones de la capacidad que tienen los suelos para capturar C asociado a cada tipo de vegetación del sector forestal a diferentes escalas en el Estado de Michoacán. Los contenidos promedios de COS de los bosques templados de la cuenca de Cuitzeo están por encima de 100 Mg ha⁻¹ y no se presentaron diferencias entre los diferentes tipos de bosques en la cuenca. Sin embargo, cuando se ordenan los contenidos de COS en función a los tipos de suelos, los patrones son más claros. El Andosol presentó mayores contenidos de COS que el Vertisol y el Luvisol. Así mismo, los que presentan los menores contenidos fueron el Regosol y el Cambisol. Estos resultados sugieren que el tipo de suelo es un factor determinante en la capacidad de almacenar C en los sistemas forestales. A escala estatal, los bosques michoacanos pueden almacenar 680,888 Gg C, donde el suelo contiene el 74% de este valor y el resto se encuentra almacenado en la biomasa aérea. Lo anterior sugiere que el almacén más importante de C es el suelo, lo cual es característico de los ecosistemas templados. Por lo que es muy importante diseñar estrategias de conservación y restauración, para mitigar las emisiones de GEI a nivel estatal. Esto último, es un valor agregado a los beneficios de la conservación de la biodiversidad y que puede tener impacto en los ciclos globales de los nutrientes.

CS-2

FRACCIONES DE CARBONO ORGÁNICO LÁBILES Y SUSTANCIAS HÚMICAS EN SUELOS DE LA CIÉNAGA DEL FUERTE, VERACRUZ

Fuentes Romero Elizabeth, Alejo Arcos Blanca Karina, Álvarez Torres Claudia, Castillo Hernández Alejandra Lyzzette, Hernández Cervantes Estefanía y García Calderón Norma Eugenia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ngarciacalder72@gmail.com

Los suelos de humedales han sido reconocidos como sumideros de carbono, sin embargo las características de la estabilidad de esos sumideros pueden alterarse debido al cambio climático global ante el aumento de las temperaturas ambientales y la modificación de los patrones de precipitación, al reespecto pocos estudios se han realizado enfocados a estos escenarios proclives a cambios drásticos por efectos de la degradación y al consecuente deterioro de sus funciones ecosistémicas. Con el objeto de conocer las interacciones existentes entre diferentes propiedades habitualmente propuestas como indicadores de calidad del suelo con la evaluación de la importancia de la materia orgánica (MO); para establecer como independientemente de su concentración, interacciona con los diferentes constituyentes del suelo, desde los niveles macroscópicos de organización del sistema (el perfil del suelo) hasta la escala molecular (constituyentes estructurales de la materia orgánica) en suelos saturados de humedad de la Ciénaga del Fuerte, municipio de Tecolutla, Veracruz. En humedales costeros de la Ciénaga del Fuerte, Mpio. de Tecolutla se estableció un cuadrante de 25 x 30 m, donde se describió la morfología del perfil de suelo representativo en un bosque subcaducifolio de *Pachira acutica* (apompo) dentro del Área Natural Protegida. Se presentan las características de las fracciones lábiles del carbono del suelo: carbono orgánico soluble (COD) y sustancias húmicas (SH) extraíbles con ácido fosfórico. La proporción de las fracciones evolucionadas de las sustancias húmicas solubles en reactivos alcalinos extraídas por los métodos de Thurman y de Dabin. Se interrelacionan con las propiedades físicas y químicas indicadoras de calidad del suelo superficial. El Corg varío de 34 a 55 g·kg, el Norg varía de 7 a 58 g·kg, con relaciones C:N de 19.2, índices de mayor fragilidad ante el cambio de uso del suelo, aunadas a la predominancia de ácidos fulvicos y de fracciones lábiles (COD) importantes fuentes energéticas. Por lo que los indicadores de calidad evidencian que las condiciones de suelo de humedad bajo el bosque propician una dinámica tendiente a la formación de compuestos poco condensados mayoritarios en la superficie y que aunados a la presencia de COD, forman un compartimento de C que es secuestrado a corto plazo, que va a influir en los flujos de C del suelo a la atmósfera. La presencia de SH evolucionadas (AH y huminas) indica que el proceso de secuestro de carbono se atribuye a la condensación de las moléculas y a la alta estabilidad de dichas fracciones asociadas como complejos arcilla-sustancias húmicas, documentados por múltiples autores con tiempos de residencia prolongados. Estos indicadores de calidad permiten establecer que la dinámica de los suelos en el bosque presenta un balance entre la fracciones que actúan como fuente directa de energía y las fracciones asociadas al secuestro de

carbono. Se agradece el apoyo al Programa de verano de investigación de la UJAT y PAPIT IN224410.

CS-3

DETERMINACIÓN DEL BIOXIDO DE CARBONO DE UNA VERMICOMPOSTA CON ESTIÉRCOL VACUNO A DIFERENTES TIEMPOS DE INCUBACIÓN

Sánchez Ramírez Hortencia¹, Santana Velasco Diana Lizbeth¹, Carrasco Salero Fabiola¹ y Lugo de la Fuente Jorge Alberto²

¹Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, UTVT

²Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México
horte_417@yahoo.com.mx

El presente trabajo pretende determinar el estrés microbiano derivado de la actividad metabólica de los microorganismos de una vermicomposta elaborada con residuos vacunos (estiércol), para establecer su calidad como acondicionador del suelo. El vermicomposteo es una forma de reutilizar y degradar los desechos animales para convertirlos en abono orgánico, debido a la gran cantidad de nutrientes que contienen, ya que elevan la fertilidad del suelo, disminuyen su pérdida y evitan de esta manera su degradación. El objetivo del estudio es determinar el bióxido de carbono producido por una vermicomposta a diferentes tiempos de incubación. La vermicomposta se elaboró con tres diferentes dosis de estiércol (4, 8 y 10 ton por hectárea) que equivalen a 600, 1600 y 2000 g de peso en seco de estiércol respectivamente por un periodo de 60 días; y durante este tiempo se obtuvieron muestras a 15, 30 y 60 días del proceso de vermicomposteo, la determinación del bióxido de carbono se llevó a cabo mediante una trampa alcalina en recipientes de vidrio con cierre hermético incubándolos durante 15 días a 25° C. Se determinó el bióxido de carbono desprendido mediante la valoración del NaOH con HCl mediante la técnica descrita por Brewer y Sullivan, 2003. Los resultados en mg CO₂/100g SS indican que en el tratamiento a 10 ton el consumo de bióxido de carbono es mayor (6440.76 a 15 días, 9856.27 a 30 días y 6785.62 a 60 días). Y con relación a los diferentes días de incubación a 60 días, los tratamientos de 4, 8 y 10 ton son muy similares que casi no hay diferencias. Por lo que se puede concluir que los microorganismos están más estresados en los primeros días de incubación (15 y 30 días) y por lo tanto presentan mayor actividad biológica derivado de la gran cantidad de nutrientes que hay en la vermicomposta haciendo que las características físicas y la composición química del suelo se vean incrementadas, por lo se sugiere aplicarse directamente al suelo para disminuir el uso de fertilizantes químicos y de esta forma evitar contaminar el suelo así como los mantos freáticos.

CS-4

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE SUELOS EN ZONAS DE KARST CON UN ENFOQUE GEOMORFOEDAFOLÓGICO

Fragoso Servón Patricia¹, Bautista Francisco², Frausto Oscar¹ y Pereira Corona Alberto¹

¹Universidad de Quintana Roo, UQROO

²Centro de Investigación en Geografía Ambiental, UNAM
pfragoso2012@gmail.com

El enfoque geomorfoedafológico combina, en un mapa, las geoformas y la leyenda de suelos, con lo cual se logra una adecuada representación espacial de la distribución de los suelos, esto también permite una mejor lectura del mapa ya que las geoformas son unidades de referencia para el lector. En este trabajo realizado en Quintana Roo, México tuvo como objetivo elaborar el mapa de distribución de suelos con este enfoque, el cual se realizó en tres etapas, en la primera etapa se obtuvieron las geoformas mediante un análisis morfométrico del relieve (disección vertical y karsticidad); la segunda etapa correspondió al acopio, generación, evaluación y análisis de la información edafológica; en la tercera etapa el análisis de datos (polígonos de las geoformas y perfiles de suelo) para establecer las relaciones entre geomorfología, clima, vegetación y los puntos de los perfiles de suelo para obtener el mapa de suelos a escala 1:50000. A pesar de ser considerado Quintana Roo un área plana y homogénea los resultados obtenidos muestran una combinación de relieve positivo y negativo. Se encuentran presentes planicies, lomeríos y montaña ligeramente diseccionadas en donde se distribuyen 2887 depresiones kársticas de diversos tamaños, formas (dolinas, uvalas y poljes) y régimen hídrico. Este relieve kárstico junto con las características climáticas ha permitido el desarrollo de 14 grupos de suelos distribuidos de forma compleja. Quintana Roo está lejos de ser plano y homogéneo y el mapa desarrollado con este enfoque permite de forma semiautomatizada identificar la estructura geomorfológica y la distribución de suelos asociada.

CS-5

RELACIÓN AGUA-SUELO-ESPACIO EN X'CACEL-X'CACELITO.

Pereira Corona Alberto, Fragoso Servón Patricia y Prezas Hernández Benito

Universidad de Quintana Roo, UQROO
apereiracorona@gmail.com

La importancia de contar con al menos una idea de las condiciones del material pétreo en una zona dada es fundamental no solo desde los puntos de vista ligados al

manejo y la conservación de recursos, sino desde el punto de vista de la prevención de riesgos asociados a dichas estructuras. Los suelos son sistemas derivados de la interacción del material pétreo subyacente, la hidrología, el relieve, la vegetación y el clima; entonces la identificación de suelos en particular en ambientes donde son delgados o de reciente formación (menos de 10,000 años) cobra particular importancia ya que deben manifestar al menos de manera difusa las características de estos elementos a escala local o microrregional. Se presentan las relaciones encontradas entre la hidrología subterránea y superficial, la fragmentación del material parental y los tipos de suelos hallados en el ANP X'Cacel-X'Cacelito y su área inmediata de influencia. El objetivo fue determinar las relaciones que hay entre diferentes aspectos fisiográficos y ecológicos ligados al manejo del ANP. Mediante un SIG se analizó la distribución espacial de los materiales pétreos y su grado de fragmentación superficial, la hidrología subterránea y superficial, la distribución de la vegetación y los grupos principales de suelos en la zona. El análisis se organizó alrededor de una escala de detalle, usándose 1:15000 para la geomorfología y la topografía; se redujo la escala de la información de hidrología subterránea y superficial disponibles en escala 1:5000, y se refirió el trabajo de campo a la misma escala mediante muestreos y transectos con una exactitud de 1:5000. Los resultados muestran una asociación entre las zonas de mayor fracturamiento del material pétreo y los suelos con mayor profundidad y características de inundación, en tanto que los suelos de tipo más delgado se encuentran asociados a las zonas de menor fracturación superficial del material pétreo. Para la hidrología subterránea es de notar que los cauces principales se encuentran en la zona de menor fracturamiento, mientras que en las zonas donde abunda el fracturamiento superficial el flujo de agua se vuelve subsuperficial y difuso, originando afloramientos y exposiciones de dichos caudales. La distribución de las formaciones vegetales puede aún hoy considerarse como cercana a una distribución natural poco alterada, estas formaciones se encuentran más asociadas a la disponibilidad de agua que a los tipos de suelos, haciendo suponer que en este caso el tipo de suelo se encuentra ligado mucho más intensamente que en otros sitios a la aparición y sobrevivencia de la cobertura vegetal. Los resultados muestran que es posible bajo ciertas condiciones y a escalas locales o microrregionales el usar los suelos como un proxy de las condiciones del sustrato pétreo e hidrológico en espacios fuertemente kársticos como el estudiado. Los suelos no solo son soporte de la vegetación y la cubierta biológica del planeta, sino que al ser una estructura dinámica producto de la interacción de diversos factores, pueden ser usados en algunos casos como proxy de las condiciones del subsuelo inmediato

CS-6

APPLICATION OF GEOPEDOLOGIC APPROACH AT DIFFERENT SCALES IN KARSTIC ENVIRONMENT: COMPARISON OF SOIL MAPS OF THE PENINSULA OF YUCATAN, MEXICO

Bautista Francisco¹ y Frausto Oscar²¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia²Universidad de Quintana Roo, UQROO, Unidad Académica Cozumel

leptosol@ciga.unam.mx

Official maps of soils in Mexico were conducted using a geological approach. These soil maps are difficult to read by not considering landforms. The correspondence between relief, soil and vegetation cover are not fully achieved. Therefore, the aim of this work was the comparison of soil maps at 1:250000 scale geomorphic landscapes as well as a multi-scale analysis of soil maps considering taxa: geomorphic environments, geomorphic landscapes, relief/ modeling and facies. The geostructure taxa consisting of limestone platform of the Peninsula of Yucatan in 1:4000000 scale. Four geomorphic environments at 1:500000 scale with their respective soil associations have been identified in the Peninsula of Yucatan, i.e. karstic (Leptosols (LP), Cambisols (CM), Luvisols (LV), Vertisols (VR)), coastal (Arenosols (AR), Regosols (RG), Solonchacks (SC), Histosols (HS)), fluvio-paludal (GL, SK), and tectono-karstic (LP, CM, LV, VR). Geomorphic landscapes at 1:250000 scale were: karstic horizontal plains, karstic subhorizontal plains, karstic rolling plains and karstic hills with a wide variety of soil association; tectono-karstic hills with LP/CM, LP/CM/LV, LP/CM and LP/CM/NT soil association; coastal plains with soil association as RG/SC, AR/RG, AR/RG/SC, LP/RG and AR/RG/SC; and fluvio-paludal plains with SC/GL, GL/SC, SC, SC/GL/HS, SC/HS/GL, GL/LP/CM, GL/SC and GL/VR soil association. The relief/modeling at 1:50000 scale comprised by karstic depressions as sinkholes, uvalas and poljes. Finally, facies taxa consisted of the top, side and bottom of a small karstic depression. Congruence between landforms, soils and vegetation cover was confirmed. In all cases a proper reading of geopedologic maps is achieved because the reader clearly identifies polygons and also getting the soil information in the legend, which is its main strength.

CS-7

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS Y PROPIEDADES MAGNÉTICAS EN SUELOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Cejudo Ruiz Fredy Rubén¹, Bautista Francisco², Quintana Patricia³, Delgado-Carranza Carmen¹, Gogichaishvili Avto⁴ y Morales Juan⁴¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Unidad Mérida⁴Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

xinel2005@yahoo.com.mx

La ciudad de México habitan más de 20 millones de habitantes y mas 4 millones de vehículos generando una gran cantidad de emisiones de partículas con elementos potencialmente tóxicos (EPT) al ambiente. El objetivo de este estudio fue determinar la distribución espacial de los EPT y parámetros magnéticos y su posible correlación, con la finalidad de comprobar si los parámetros magnéticos pueden emplearse como métodos de monitoreo. Se recolectaron 88 muestras de suelo superficial diferenciando el ambiente geológico (37 área lacustres, 51 área volcánicas) de la Ciudad de México. Se obtuvieron correlación significantes con valores de $p < 0.05$ para (magnetización remanente isoterma de saturación (MRIS) para Cr (0.54), V (0.36), TiO₂ (0.41) y Fe₂O₃ (0.50) y MRIS/x con Cr (0.40). La susceptibilidad magnética muestra correlación para Cr (0.56), Cu (0.59), Pb (0.48), V (0.44) y Z (0.50) pero solo para suelos que se encuentran sobre litología lacustre. Se concluye que los parámetros magnéticos pueden ser una posibilidad para ser empleados como sistema de monitoreo proxy para concentraciones de metales tóxicos en suelos de la ciudad de México, pero deberá de considerarse como una variable el tipo de litología sobre el cual este el suelo superficial.

CS-8 CARTEL

DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS EN POLVOS URBANOS EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DE COZUMEL, MÉXICO.

Martínez García Baltazar¹, Frausto Oscar² y Bautista Francisco³¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP²Laboratorio de Observación e Investigación Espacial, UQROO-Cozumel³CIGA-UNAM

xrtopoqn@hotmail.com

El objetivo de esta investigación es localizar las zonas con mayor concentración de metales pesados en polvos urbanos de la isla de Cozumel, para así poder realizar mapas geoestadísticos de zonificación en la ciudad de San Miguel, México. Se tomaron 27 muestras en los cruces carreteros principales, donde se estimó la existencia de mayor concentración de polvos urbanos, estas muestras se empaquetaron y analizaron con el método ICP, para poder determinar las cantidades de metales pesados; una vez obtenidos estos resultados, se realizaron cinco mapas geoestadísticos: a) Susceptibilidad magnética másica, b) Porcentaje de la susceptibilidad magnética dependiente de la frecuencia, c) Magnetización remanente isoterma de saturación, d) Coercitividad magnética y, e) Minerales magnéticos en términos de coercitividad magnéticos. Las isolíneas se calcularon por el método de interpolación de kriging. Se utiliza un mosaico de ortofotos de la zona de estudio para poder realizar la localización e interpretación de zonas de mayor y menor concentración. Los resultados arrojan concentraciones bajas y medias en la ciudad de San Miguel de Cozumel, dando como zonas de mayor concentración puntos variados dependiendo el mapa geoestadístico que se presenta. Las zonas con mayor concentración son: la parte del muelle fiscal y sus alrededores, el aeropuerto y, destaca una zona en la que no se esperaban altos niveles, la colonia de INFONAVIT de nueva creación, cuyos niveles medios(es la única unidad habitacional que presenta estos índices). El presente estudio se desprende del proyecto Fenómenos hidrometeorológicos extremos del CONACYT – REDESCLIM y Proyecto Estudio sobre metales pesados y su integración a los suelos, ambiente y cartografía.

CS-9 CARTEL

IMPACTOS PRODUCIDOS POR LOS JALES DE SAN FELIPE DE JESÚS, SONORA, MÉXICO.

de la O Margarita y Espinoza Zoila

Universidad de Sonora, UNISON

delao@correom.unson.mx

El presente trabajo se llevó a cabo en los jales mineros ubicados aproximadamente a 2 km del poblado de San Felipe de Jesús, Sonora, México. Éste tiene como finalidad el de evaluar el impacto producido por los desechos mineros (abandonados), hacia las diferentes zonas del entorno que lo rodean, siendo estas: zona poblacional, zona agrícola y zona hidrológica. Donde a partir de la evaluación de escorrentía de la microcuenca, se calculó la erosión hídrica, para ver el proceso de dispersión de metales a partir de los residuos mineros. Dentro de la subcuenca el Lavadero en la cual se encuentra el área de estudio, se encontró un volumen de escorrentía de 39.71 m³, siendo éste es el principal mecanismo de erosión. La erosión que se

presenta en los jales es de 44,464.47 Ton/Ha/Año, según la ecuación de pérdida de suelo, caracterizándose como muy alta. Los riesgos de derrumbe así como de colapso son muy altos, ya que se presentan pendientes mayores 70°, cárcavas profundas y grietas. Este proceso de hace que los jales sean dispersados más fácilmente a la zona agrícola, así como al sistema hidrológico (Río Sonora) aledaño a los depósitos de dichos jales. En función de las características climatológicas de la región y geoquímicas de los jales, éstos son generadores de drenaje ácido (pH=2.3), produciendo así la liberación de metales pesados al medio físico, de tal forma que los metales encontrados que exceden los niveles establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004), son: el arsénico, mercurio y plomo, produciendo contaminación a la zona agrícola e hidrológica (Arroyo Lavadero y Río Sonora).

CS-10 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LAS FUENTES DE AEROSOL MINERALES EN EL SISTEMA FLUVIAL DEL RIO CASAS GRANDES, CHIHUAHUA, MÉXICO

Domínguez Acosta Miguel¹, Gill Thomas E.², Flores Tavizon Edith¹ y Solís Sergio Saul¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ

²Universidad de Texas en El Paso
dominguel@gmail.com

Se presenta una evaluación de las características geoquímicas y sedimentológicas de los principales sitios que forman las fuentes productoras de aerosoles minerales en la parte fluvial de la cuenca del Río Casas Grandes en el estado de Chihuahua. Se analizaron cerca de 30 muestras superficiales de suelo, para determinar su composición química elemental por medio de Fluorescencia de Rayos X (FRX). De igual forma, las muestras fueron analizadas para determinar la textura del suelo en base a su distribución granulométrica. Cada sitio de recolección de muestras corresponde (dentro de lo posible) a un punto de emisión de polvos identificado previamente a través de imágenes satelitales de la plataforma MODIS. Durante las vistas en campo y con ayuda de imágenes satelitales, se determinaron las características geomorfológicas de las áreas de emisión además de la cubierta de suelo. Resultados preliminares muestran concentraciones de cloro por encima del umbral en varias de las muestras, mientras que en la laguna San Juan o Laguna Seca se encontraron concentraciones anómalas de Na, S, Cl, As, Br y Mo. Cabe mencionar que este sitio es uno de los principales puntos de emisión de polvos a la atmósfera en la región. La distribución granulométrica varía dependiendo del tipo de ambiente de sedimentación de cada una de las fuentes. Los principales sitios de emisión a lo largo del sistema fluvial están asociados a planicies de inundación con texturas arcillo y limo arenosas. Laguna San Juan/Seca y Laguna Guzmán son las dos principales fuentes de emisión asociados a sistemas de playa dentro de la cuenca. En estos sitios la textura de los sedimentos es dominada por arcillas y limos, además de sales eflorescentes dependiendo de la interacción (o profundidad) del nivel freático con la superficie. Los sedimentos asociados a este sistema fluvial participan de manera constante durante la temporada de vientos fuertes y sequía (Noviembre a Mayo) como áreas de generación de tormentas de polvo. Las plumas de dispersión de aerosoles minerales emplazados desde estos sitios son transportados en la atmósfera por largas distancias alcanzando en ocasiones lugares tan distantes como la región de los Grandes Lagos en EUA. Estos eventos de contaminación atmosférica son causantes de la degradación de la calidad del aire en las ciudades que atraviesan, causando afectaciones a la salud principalmente a través de las vías respiratorias.

CS-11 CARTEL

SOFTWARE PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AGRÍCOLA DEL AGUA DE RIEGO

Bautista Francisco¹, Pacheco Aristeo², Delgado-Carranza Carmen¹ y Sosa Jose Flavio³

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia

²Skiu, Scientific Knowledge In Use

³Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST
leptosol@ciga.unam.mx

La calidad del agua de riego impacta de manera directa en los suelos agrícolas y potencialmente pueden causar salinización y sodicidad en los suelos o directamente toxicidad en los cultivos. Por ello, es muy importante la evaluación de la calidad del agua subterránea con fines de riego para contribuir al proceso de toma de decisiones y en el mejoramiento de los planes agrícolas con objetivos de sustentabilidad. El objetivo de este trabajo fue la descripción del funcionamiento del software Agriaqua enfocado al seguimiento de la calidad del agua de riego. El presente trabajo muestra la arquitectura y las funcionalidades del software conocido como "Agriaqua", el cual permite organizar, almacenar y manejar datos de la calidad del agua para riego agrícola. El procesamiento de los datos incluye el cálculo de: 1) la Relación adsorción de sodio (RAS); 2) la Salinidad efectiva (SE); 3) la Salinidad potencial (SP); 4) la clasificación del riesgo del uso del agua a partir de la relación entre la RAS y la CE (Diagrama de Salinidad-Sociedad); 5) la clasificación del riesgo del uso del agua a partir de la concentración de cloruros; 6) la clasificación del riesgo del uso del agua a partir de la concentración de sulfatos; 7) la clasificación del riesgo del uso del agua a partir de la concentración de sodio; y 8) la clasificación del riesgo del uso del agua

a partir de la concentración de Boro; 9) la denominación de las familias de agua de acuerdo con el porcentaje de los iones mayoritarios (Diagrama de Piper).

CS-12 CARTEL

SOFTWARE PARA LA EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES DE LOS SUELOS (ASSOFU)

Bautista Francisco¹, Álvarez Oscar² y Gallegos Ángeles¹

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia

²Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST
leptosol@ciga.unam.mx

El análisis interpretativo de las funciones del suelo es fundamental para su buen uso y manejo. La evaluación de las funciones ha transitado de la parte teórica a la práctica con los esquemas de los modelos de evaluación TUSEC (Técnicas para la evaluación de los suelos y categorización para suelos naturales y antrópicos). Por otro lado, los modelos interpretativos de suelos orientados a la agricultura y con objetivos ambientales, como los del sistema informático MicroLEIS DSS (Sistema de apoyo a la decisión sobre evaluación de tierras para la protección de suelos agrícolas), han sido los más utilizados en el mundo. Sin embargo, pocos modelos sobre las funciones del suelo han sido incluidos en un software, por lo que la operación manual de estos puede conducir a errores e imprecisiones. El objetivo de este trabajo fue la elaboración de un software que incluyera las ventajas del sistema MicroLEIS y del modelo TUSEC, considerando un uso más amigable para el usuario. El software Assessment Soil Function (Assofu) almacena las propiedades de perfiles de suelo como datos de entrada y, con base en esta información, sistematiza la aplicación de evaluaciones de funciones de los suelos.

CS-13 CARTEL

CORRELACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UNA SECUENCIA FLUVIAL-LACUSTRE DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO Y SUS CONDICIONES DE DEFORMACIÓN

Téllez de Jesús Daniela¹, Martínez Resendiz Emma Vanesa¹, Carreón Freyre Dora², Cerca

Martínez Luis Mariano³, Solís Valdez Sara² y Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón²

¹Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM
dan.tell@ciencias.unam.mx

Una parte de la zona urbana de Querétaro se localiza sobre una secuencia de arcillas lacustres y material piroclástico re TRABAJADO por procesos fluviales. La deformación diferencial de estos suelos ha resultado en afectaciones importantes a la infraestructura urbana. El objetivo de este trabajo es mostrar la relación existente entre el origen de estos depósitos, su mineralogía y sus propiedades índice y mecánicas, con sus condiciones de deformación. Se realizó un sondeo geotécnico con recuperación de muestra intacta de 20 m de profundidad en el centro de la Ciudad de Querétaro. La distribución granulométrica y la variación litoestratigráfica indican una secuencia compuesta de cuatro estratos de origen lacustre y fluvial con una gradación sedimentaria normal. Un echamiento preliminar disponible en un sitio cercano por debajo de la arcilla orgánica arroja una edad de ca. 4000 años. Se analizaron 4 muestras de 60 cm representativas de cada estrato: (1) entre 0.60-1.20 m de profundidad, es una arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH), contiene 1.74% de materia orgánica (MO), un contenido de agua (w%) de 27 %, densidad de sólidos (Ss) de 2.39 g/cm³ y una resistencia al corte de 0.5 kg/cm³ determinada en aparato triaxial. El registro DRX muestra la presencia incipiente de Montmorillonita y sílice. Estos son suelos lacustres relativamente jóvenes con arcillas pobremente estructuradas. (2) entre 6.0-6.60 m de profundidad, es un limo inorgánico ligeramente plástico (ML), con 0.28% de MO, w% de 15%, Ss de 2.41 g/cm³ y una resistencia al corte de 1.5 kg/cm³. Esta secuencia muestra la transición de lacustre a fluvial en el ambiente de depósito. Los materiales re TRABAJADOS provienen de los depósitos piroclásticos que prevalecen en la zona. (3) entre 19.20-19.80 m de profundidad, es una arcilla de baja plasticidad (CL), con 0.45% de MO, w% de 11% y Ss de 2.47 g/cm³. El incremento en el contenido de MO indica otra secuencia lacustre y los resultados DRX indican la presencia de montmorillonita bien cristalizada. (4) por último una unidad de gravas y arenas con clastos redondeados (SP), con 0.40% de MO, w% de 4% y Ss de 2.51 g/cm³. Corresponden a rocas piroclásticas re TRABAJADAS en un ambiente fluvial de alta energía. En la secuencia estudiada se registra una transición de un ambiente fluvial de alta energía a la formación de suelos lacustres maduros entre los estratos 4 y 3. Posteriormente, un periodo de transición de lacustre a fluvial de baja energía entre 3 y 2, y finalmente la formación de suelos lacustres con arcillas pobremente estructuradas y materia orgánica. Estos resultados muestran la relación directa entre las condiciones de formación y propiedades físicas de los materiales. El contraste en las mismas da origen a deformaciones diferenciales que se distribuyen a lo largo del perfil de suelo y que acumulan y manifiestan en la superficie del terreno.

CS-14 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y CONCENTRACIÓN DE METALES TÓXICOS DE SUELOS SUPERFICIALES EXPUESTOS A ESCORRENTÍAS DE FLUJOS DE LIXIVIADOS

Cejudo Ruiz Fredy Rubén¹, Israde Alcántara Isabel¹,
Cortés José Luis², Quintana Patricia² y Gogichaishvili Avto³

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Unidad Mérida

³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
xinef2005@yahoo.com.mx

Uno de los principales problemas que enfrentan los centros urbanos son la ubicación de sitios adecuados para la disposición de desechos, muchos de estos se encuentran en zonas no aptas, provocando afectaciones a mantos acuíferos superficiales y subterráneos y zonas de recarga, debida a la generación de lixiviados. Los objetivos de este trabajo fueron: identificar la concentración de metales tóxicos y características magnéticas en suelos expuestos a escorrentías de flujos de lixiviados en cinco tiraderos del Norte de Michoacán. Determinar si existe una relación entre ellos, que permita proponer un método de monitoreo proxy alrededor de los sitios de disposición final para evaluar la existencia de metales pesados en los suelos. Se realizó un levantamiento de 10 muestras de suelo en los vertientes de lixiviados; 4 muestras de rellenos sanitarios, 5 rellenos de tipo controlado y 1 de un sitio no controlado y 2 muestras que servirán de control. Las mediciones de susceptibilidad magnéticas fueron realizadas con un medidor de susceptibilidad magnética Bartington (Modelo MS2B) a dos diferentes frecuencia (0.46 y 4.6 kHz). La determinación de las curvas de magnetización remanente isothermal fueron obtenidas con un magnetizado de pulsos (ASC Scientific, modelo IM-10) y un magnetizado de giro, Molspin Ltd. La concentración de elementos tóxicos se obtuvo con un espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva Jordan Valley EX-6600. Los valores de Xlf mostraron valores entre 0.09 a 3.61 $\mu\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$, mientras que SIRM presentó valores entre 0.4 a 46.0 $\text{mAm}^2 \text{kg}^{-1}$. Los valores promedios de Cr (49 mg kg^{-1}), Ni (15 mg kg^{-1}), Cu (30 mg kg^{-1}), Pb (38 mg kg^{-1}), V (67 mg kg^{-1}) y Zn (98 mg kg^{-1}). Los valores de parámetros magnéticos y concentraciones de metales tóxicos de suelos presentaron valores más altos en comparación con los valores obtenidos en las muestras control. La muestra del sitio no controlado presentó los valores más altos de SIRM y de concentración de elementos tóxicos. Concluimos que este método tiene potencial para considerarse como instrumento de monitoreo ambiental.

CS-15 CARTEL

ESTUDIO MAGNÉTICO AMBIENTAL EN LA PLAYA DE LÁZARO CÁRDENAS, MICHOACÁN: RESULTADOS PRELIMINARES

Fragoso Maldonado Marisol¹, Bógalo Román María Felicidad²,

Calvo-Rathert Manuel² y Aguilar Reyes Bertha Oliva³

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Departamento de Física, Universidad de Burgos, España

³Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
marisolfmagma@gmail.com

La ciudad de Lázaro Cárdenas ubicada al sureste del estado de Michoacán, comenzó a cobrar importancia con el establecimiento del Puerto industrial como acceso marítimo internacional en el Pacífico mexicano. La industrialización requiere de desarrollo tecnológico e instalaciones eficientes para cubrir con seguridad las actividades intrínsecas de un puerto industrial y comercial de esta magnitud. Debido a las actividades antrópicas, los residuos industriales y urbanos se descargan inevitablemente en los cuerpos de agua, siendo muy probable detectar concentraciones altas de metales pesados en sedimentos marinos. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio en la costa de Lázaro Cárdenas para determinar la contaminación por metales pesados en sedimentos. Para ello se analizaron muestras de arena de 9 núcleos de una profundidad aproximada de un metro, extraídos de la playa desde lo más cercano a lo más alejado de la industria. Se midió la susceptibilidad magnética de todas las muestras, y se aprecia que los valores de este parámetro son considerablemente más altos en los núcleos más cercanos al puerto industrial. Existe una variabilidad vertical presentando los valores más altos entre la superficie y los 40 cm de profundidad y en las zonas cercanas a desembocaduras de ríos. Se tomaron dos muestras representativas de cada núcleo para determinar otros parámetros magnéticos como la magnetización remanente anhisterítica y las curvas termomagnéticas para establecer el portador magnético, así como para conocer el alcance y la distribución de partículas de origen antrópico que afectan a la costa de Lázaro Cárdenas.

CS-16 CARTEL

PROBLEMÁTICAS ASOCIADAS AL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO SABINAL, TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

Ramos Hernández Silvia, Cossío Pérez Iris y Hernández Moreno Ma. de los Angeles

Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio
Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviamoshernandez34@gmail.com

El presente trabajo se desarrolló para el Proyecto "Estrategias para la restauración y rehabilitación de la Cuenca Río Sabinal: Un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas", a través de un convenio realizado entre la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) y el Centro de Investigaciones en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CIGERCC) de la UNICACH, con el objetivo de realizar la caracterización de fertilidad de suelos, así como para la clasificación taxonómica. El problema de la degradación ambiental en la Cuenca del Río Sabinal, se viene acentuado por el cambio de uso del suelo, la pérdida del recurso suelo y si bien es cierto que se tiene conocimiento del problema, no se tenía información cuantificada de las características de los suelos. Por lo tanto el presente estudio se constituye en una primera aproximación para cuantificar y cartografiar la problemática de la degradación de los suelos y una primera evaluación de la fertilidad de los suelos, uno de los indicadores básicos para la sustentabilidad de las comunidades de la Cuenca. En los últimos años los proyectos de desarrollo han tratado de mitigar estos efectos, sus resultados han sido todavía limitados en la conservación y restauración de este recurso natural, el cual es decisivo para asegurar la seguridad alimentaria, pues han tenido enfoques parciales de intervención. Evidentemente el mayor problema en la Cuenca es hacer compatible los esquemas de desarrollo que por un lado hagan un uso adecuado de los suelos, la conservación de los bosques, reservas forestales que aún quedan en las Áreas Naturales Protegidas, sistemas productivos competitivos y forestales, así como el crecimiento ordenado, sin mayor deterioro y erosión de los suelos. Se concluye el trabajo, enfatizando el papel importante que tiene la materia orgánica y la estabilidad de la estructura, en el diagnóstico de los suelos estudiados. Con el aumento de la materia orgánica, aumenta el factor de estructura, la permeabilidad, agregados en general y disminuye el índice de inestabilidad estructural y la arcilla + limo máxima. Estas características son de gran importancia para la estabilidad física de los suelos, para contrarrestar los efectos nocivos de la erosión, así como las propiedades químicas que conservan los suelos. La cuenca Río Sabinal, cuenta aún con altos contenidos de materia orgánica, por lo que la fertilidad va de alta a moderada, condiciones indispensables de la sustentabilidad que hay que atesorar como un bien tangible, que hay que cuidar y proteger para no menoscabar el desarrollo sustentable de las comunidades que se asientan en la Cuenca.

Sesión Regular

Climatología, cambios climáticos y atmósfera

Organizadores:

Cuauhtémoc Turrent

Ruth Cerezo Mota

José Antonio Salinas

CCA-1

A VERY HIGH-RESOLUTION CLOUD CLIMATOLOGY FOR MEXICO

Douglas Michael¹, Beida Rahama¹ y Mejía John²¹Cooperative Institute for Mesoscale Meteorological Studies, University of Oklahoma²Desert Research Institute
douglasnoaa@gmail.com

We present a daytime cloud climatology for Mexico and surrounding regions using full-resolution (250m pixel) imagery from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensor on the NASA Aqua and Terra satellites. Using near realtime true color imagery we extracted the cloudy pixels by using a brightness thresholding technique. The daily results of this extraction were averaged over monthly and longer periods. From these, estimates can be made of the seasonality and diurnal tendency (around mid-day) of cloudiness. The averages presented here cover the period 2005-2013 for which real-time navigated MODIS imagery was conveniently available. The annual mean cloudiness patterns are in many respects similar to conventional precipitation climatologies for much of Mexico. Comparison with Google Earth imagery shows a close agreement between areas of frequent cloudiness and forest cover. The best agreement, not surprisingly, comes with topographic relief, with valleys being minima of cloudiness and higher terrain showing the most frequent cloudiness. The MODIS-based cloud climatologies should not be used as a surrogate for precipitation, since dense stratus and deep precipitating clouds both appear as a cloudy pixel. However, they should be useful for a number of applications including 1) estimations of solar energy potential 2) diagnosing biases in weather prediction models (if cloudiness is an archived output) and 3) as an aid in understanding the distributions of biota (species distribution modeling). The talk will actually emphasize the latter activity, since from the author's perspective it is the most time-critical. Here, the applications of such climatologies range from explaining isolated forest patches on Guadalupe and Cedros Islands to quantifying the "quality" of cloud forest in southeastern Mexico.

CCA-2

UNA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA PRECIPITACIÓN ESTIMADA POR EL SATELITE TRMM PARA LA REPUBLICA MEXICANA

Zarraluqui Víctor, Bravo José Luis y Azpra Enrique
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
vzs1@atmosfera.unam.mx

Cada día cobra mayor importancia contar con una estimación precisa sobre la precipitación, tanto para la agricultura, el manejo del recurso agua, inundaciones, monitoreo de la sequía, entre otras actividades. En México se cuenta con una amplia red de estaciones de superficie y once radares distribuidos sobre el territorio. Ambas redes operadas por el Servicio Meteorológico nacional (S.M.N.). Entre otros problemas se tiene que en el caso de las estaciones de superficie además de los de tipo instrumental y de cobertura ya conocidos, la distribución de la red no es homogénea. Y en el caso de los radares no cubren todo el territorio y muchos de ellos no operan en forma continua. Con lo cual se hace necesario complementar la información con otras fuentes, como la que proporcionan los satélites meteorológicos mediante los datos crudos o los diversos productos que generan. Tal es el caso del producto 3B43 del satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) utilizado en este trabajo, que fusiona la base de datos diaria del producto 3B42 del mismo satélite con los la base de datos de precipitación mensual de las estaciones de superficie de la red global del Global Precipitation Climatology Centre (GPCC). En este trabajo se presenta una evaluación del mismo tomando como referencia la base de datos del Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), para determinar si el producto es capaz de generar una representación adecuada de la precipitación mensual en la República Mexicana. Los resultados obtenidos muestran que existe una coincidencia aceptable en la cobertura espacial entre las estimaciones de ambas bases de datos, aunque existen diferencias tanto de subestimación como de sobrestimación no muy claras que hacen necesario regionalizar el análisis, así como extenderlo a otras bases de datos disponibles.

CCA-3

ESTIMACIÓN DE VAPOR DE AGUA PRECIPITABLE (PWV) A PARTIR DE ESTACIONES CGPS EN MÉXICO.

Gutiérrez Omar¹, Vázquez G. Esteban¹, Bennett Richard² y Adams David³¹Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS²Departamento de Geociencias, Universidad de Arizona³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
omargtz@uas.edu.mx

Ochenta estaciones permanentes que realizan mediciones a los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) pertenecientes a diversas redes en México, destinadas para diversos propósitos y aplicaciones fueron utilizadas para estimar vapor de agua precipitable (PWV) usando mediciones que abarcan el periodo del año 2000-2014. Se determinaron valores de GPS-PWV a partir del uso del método de diferencias dobles libre de ionósfera aplicado a las observables de fase,

procesadas con la aplicación del software científico GAMIT. Los datos GPS fueron procesados con intervalos de tiempo de 30 s, a un ángulo de elevación mínimo de 15 grados y con órbitas GPS precisas emitidas por el IGS. La parte variable del retraso cenital de la zona húmeda de la tropósfera (ZWD) fue estimado usando la Función de Mapeo Global (GMF), mientras que la parte constante se evaluó usando el modelo troposférico de Neil. El cálculo del ZWD constituye una parte determinante en este proceso ya que éste valor es convertido en PWV estimado a cada 2 hrs siguiendo el método propuesto por Bevis et al. 1992. A pesar de que anteriormente se han realizado trabajos aislados para la estimación de PWV en México, el presente estudio es un intento por desarrollar un análisis comprensivo más amplio de estimación de GPS-PWV a lo largo del territorio Mexicano. Nuestros valores obtenidos de GPS-PWV fueron comparados con valores de GPS-PWV disponibles mediante la red Souminet para 30 estaciones que operan en México y nos revelan diferencias en el rango de 1 a 2 mm entre nuestra solución y la reportada por Souminet. El determinar valores precisos de GPS-PWV, nos ayudara a mejorar la capacidad de investigar el comportamiento de la variabilidad del clima en México

CCA-4

SISTEMA DE CALIBRACIÓN PARA SENSORES DE HUMEDAD RELATIVA

Mundo Molina José Alfredo
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
jamundo@italoc.imta.mx

Se presenta el sistema de calibración de sensores de humedad relativa como un sistema dedicado a calibrar sensores que miden humedad relativa en las estaciones meteorológicas automáticas. La calibración se realiza por comparación entre las lecturas de un instrumento patrón con trazabilidad contra las lecturas de los sensores de humedad relativa a calibrar, en una cámara con condiciones controladas en humedad relativa y en temperatura. La humedad se controla, en el intervalo de medida de 10,0 % a 90,0 %, manteniéndose, la temperatura dentro de la cámara, a 20,0 °C $\pm$ 1,0 °C. Componentes del Sistema de calibración: a) Tarjeta de circuito impreso para la adquisición y acondicionamiento de las señales de los sensores bajo calibración, integrada en la misma tarjeta con el circuito de alimentación de los sensores bajo calibración, dicho circuito consta con protección óptica. La tarjeta fue elaborada en el IMTA. b) Tarjeta de circuito impreso para el control de la humedad relativa y la temperatura de la cámara con protección óptica. La tarjeta controla cuatro actuadores de la cámara: un humidificador y una bomba con sistema desecante para controlar la humedad de la cámara; controla una válvula para suministrar bióxido de carbono (para bajar la temperatura) y controla una resistencia calefactora para incrementar la temperatura de la cámara. Esta tarjeta fue elaborada en el IMTA. c) Cámara de condiciones controladas en humedad y temperatura. d) Software de adquisición y control de datos, basado en Labview de National Instruments. Toda la programación y desarrollo de las interfaces o diagramas mímicos, que indican el estado operacional en el que se encuentra el sistema de calibración, fue diseñado y desarrollado en IMTA. e) Computadora personal. f) Instrumento patrón de referencia, que consta de una unidad procesadora de datos y la sonda del sensor de humedad relativa con una exactitud de $\pm 1,0$ %. Este sensor tiene trazabilidad a los patrones primarios. Capacidades del sistema de calibración de sensores de humedad relativa: i) Calibra de 1 a 8 sensores de humedad relativa al mismo tiempo, en el intervalo de medida de 10,0 % a 90,0 %; y puede calibrar en incrementos de $\pm 1,0$ % de humedad ii) Sistema completamente automatizado iii) 6 horas de duración del proceso con 9 puntos de calibración iv) Almacena de manera automática y de manera instantánea los datos de calibración. v) Interfaz gráfica basada en el software Labview, que consta de un diagrama mímico del proceso de calibración que muestra los principales componentes del sistema y las secuencias de operación en forma gráfica; subrutinas de diagnóstico y prueba de funcionamiento de cada componente del sistema; gráfica y muestra los datos; almacenando los datos de calibración en el disco duro de la PC, vi) El operador solamente supervisa el proceso hasta que éste finaliza, vii) Es un sistema independiente, solamente se calibra la variable humedad relativa. La finalidad de este sistema de calibración es asegurar la trazabilidad de las mediciones de sensores de humedad relativa para que sus mediciones sean confiables.

CCA-5

POSICIONAMIENTO AUTOMÁTICO DE UN MÓVIL DETECTOR DE VARIABLES AMBIENTALES

Pretelin Canela Jacinto Enrique¹, Gasca Herrera Ángel Eduardo¹, Cruz Moreno Julio César², Becerra Rodríguez Juan Pablo¹, Vargas Hernández Juan Manuel², Gazca Herrera Luis Alejandro³ y Marín Lozano Ernesto Alfonso³¹Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana²Facultad de Biología, UV³Facultad de Contaduría y Administración, UV
pretelinc@hotmail.com

El presente trabajo, se realiza en vinculación con el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, la Facultad de Biología y la Facultad de Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana, para la determinación de parámetros físicos y químicos del agua. Con esta información se puede comprender la dinámica oceánica, esto es, conocer las características de las masas de agua para entender los procesos de sus movimientos, ya sean originados por oleajes y mareas o corrientes, ente otros.

Como primera etapa, el móvil diseñado e implementado es terrestre, el cual está integrado tanto por software como hardware y es capaz de desplazarse a través de rutas Georeferenciadas previamente cargadas vía computadora. Estas, las utilizará para realizar el recorrido guiándose de un módulo GPS y una brújula electrónica, acoplados a un dispositivo microcontrolador que fungirá como unidad de control y procesamiento de información, cabe mencionar que durante el recorrido programado se hará monitoreo de variables ambientales como la temperatura, humedad, presión barométrica, altura sobre el nivel de mar y detección de gas metano, aunado a ello se incorpora un sistema de reloj en tiempo real y un medio de almacenamiento del tipo SD, en el que se almacena los registros de dicho recorrido, para que posteriormente pueda ser introducida a una PC para realizar el estudio correspondiente del sitio de interés.

CCA-6

PRIMERAS MEDICIONES DE NÚCLEOS DE DEPOSITACIÓN DE HIELO EN MÉXICO

Vázquez Calva Pablo Andrés, Barrientos Amador Edgar Salvador y Kucienska Beata
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 bleedalink@ciencias.unam.mx

El objetivo del presente proyecto es caracterizar y cuantificar los aerosoles que actúan como núcleos de deposición de hielo en la Ciudad de México. El proyecto se desarrolla con el fin de estudiar los procesos primarios involucrados en la formación de los cristales de hielo en las nubes. Además, la ubicación del experimento permite estudiar la influencia de las actividades humanas que afectan la cantidad de partículas en la atmósfera, que a su vez influye en las propiedades microfísicas de las nubes. El experimento consiste en medir la concentración de los núcleos de deposición de hielo en una cámara de nube colocada en un congelador, con control de temperatura hasta -45°C. La cámara de nube está hecha de acrílico y tiene tres agujeros: uno para los sensores de humedad relativa y temperatura, y otros dos para permitir la entrada y salida del aire ambiental. La humedad relativa del sistema se incrementa dentro de la cámara de nube debido a la mezcla adiabática de dos masas de aire con diferentes temperaturas y humedades relativas. La humedad deseada se alcanza mediante la introducción de volúmenes controlados de aire. La concentración de núcleos de deposición de hielo se expresa como función de temperatura y sobresaturación del vapor de agua, en condiciones de una atmósfera subsaturada con respecto a agua líquida y sobresaturada con respecto a hielo.

CCA-7

RADIACION ATMOSFERICA EMITIDA HACIA ABAJO CALCULADA CON EL E-TRANS/HITRAN

Garduño López Manuel Rene, Mendoza Víctor y Villanueva Elba
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 rene@atmosfera.unam.mx

Por medio del calculador espectral E-Trans y la base de datos Hitran se determina la emisividad de la atmósfera sin nubes hacia la superficie, usando los perfiles verticales de temperatura y presión de la Atmósfera Estandar Internacional, junto con los perfiles de razón de mezcla de los principales gases de efecto invernadero: vapor de agua, CO₂, CH₄, N₂O y O₃ estratosférico. Hicimos una revisión de las parametrizaciones de emisividad por otros autores en función de la presión de vapor en superficie. Nuestras emisividades calculadas para las presiones de vapor correspondientes concuerdan bien con las obtenidas por ellos. Con este método, la emisividad atmosférica se puede calcular a escala regional y hacia el futuro, según los escenarios de emisión de gases de invernadero.

CCA-8

ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN GLOBAL UTILIZANDO EL MODELO HELIOSAT

Bonifaz Roberto, Cuahutle Martin, Valdés Muro y Riveros David
Instituto de Geofísica, UNAM
 bonifaz@unam.mx

Actualmente las energías renovables están tomando mayor importancia a nivel mundial y la radiación solar representa un potencial amplio. Dada su disponibilidad, necesita ser evaluada con mayor precisión para una adecuada explotación. Conocer la distribución espacial de este recurso es vital, además de la importancia de la radiación solar en diferentes fenómenos en la naturaleza hace que tener información confiable y con mayor resolución espacio-temporal, sea de gran ayuda para la investigación de los diferentes fenómenos en los que interactúa. Existen estaciones en superficie que miden esta variable, pero su cantidad y distribución espacial no es la suficiente y confiable para tener información con más detalle espacial sobre el recurso. Debido a esto, se desarrollaron métodos que utilizan datos de satélites meteorológicos con los cuales se pueda tener una mayor resolución espacial de la variable. En este trabajo se desarrolla la metodología del modelo Heliosat I que utilizando imágenes de satélite GOES-13 se genera el albedo superficial, a partir de éste se calcula el índice de nubosidad y con un índice de transparencia atmosférica se determina la radiación global con la resolución temporal dependiendo de la disponibilidad de imágenes. En éste caso en lugar de utilizar valores empíricos para

el índice de transparencia atmosférica, se calcula a partir de datos en validados de radiación solar global en superficie de estaciones meteorológicas automáticas. Se espera que utilizando coeficientes ad-hoc, para la república Mexicana, el ajuste del modelo sea mas preciso.

CCA-9

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DEL VIENTO EN EL TRANSPORTE DE AEROSOL DE ORIGEN TERRÍGENO AL GOLFO DE CALIFORNIA

Morales Acuña Enrique De Jesús y Martínez Flores Guillermo
Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
 licenciado.morales@hotmail.com

Se presenta un trabajo en desarrollo sobre los aerosoles de origen terrígeno, su transporte y depósito. Los aerosoles de origen terrígeno influyen en los fenómenos que producen cambios climáticos significativos, afectan en la productividad primaria marina, y hay evidencia de que causa enfriamiento en el océano. El noroeste de México está constituido por áreas desérticas susceptibles a la erosión eólica. La ubicación del Golfo de California (GC) y sus características climáticas permiten considerarlo como una región ideal para estudiar los aportes atmosféricos de aerosoles de origen terrígeno. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la variabilidad espacio-temporal del viento y las condiciones del terreno del noroeste de México en el transporte de aerosoles de origen terrígeno al GC. Para ello se identificarán las zonas continentales con mayor probabilidad de actuar como fuentes de aerosoles utilizando la formulación RWEQ (Revised Wind Erosion Equation) y Sistemas de Información Geográfica. Se generaran las secuencias de los campos de viento de 1979-2013 utilizando los datos del NARR (North American Regional Reanalysis) a través del desarrollo de algoritmos en MATLAB para analizar los patrones de su variabilidad espacio-temporal. Se detectarán aerosoles transportados por vía eólica mediante la implementación de un algoritmo aplicado a imágenes MODIS y se simularan rutas del transporte utilizando el modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory), considerando las condiciones de viento y del terreno. Estos procedimientos permitirán la formulación de un modelo conceptual del que se espera encontrar patrones espaciales y temporales en las rutas de transporte, así como un gradiente noroeste-sureste en el depósito de este material en el GC. Proponiendo de esta manera una línea base para futuras investigaciones en los que se analicen los efectos causados por los aerosoles de origen terrígeno al GC.

CCA-10

VARIACIÓN INTERANUAL DEL CONTENIDO DE GRANOS DE POLEN DE LA ATMÓSFERA Y SU RELACIÓN CON LAS FUENTES DE VEGETACIÓN Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia¹, Martínez López Benjamín¹, Guerrero Guerra César¹, Santiago López Ivonn¹ y Téllez Unsuetta Fernando²
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
²Universidad Simón Bolívar
 mlce@atmosfera.unam.mx

La incidencia y la exposición a aeroalergenos polínicos tienen un gran impacto en la salud de un 20 a 30% de la población mundial. Este porcentaje corresponde a los individuos susceptibles a desarrollar problemas alérgicos por la interacción con el medio ambiente y la variación en el clima. Actualmente, México ocupa el séptimo lugar en la morbilidad causada por las alergias al polen. Desde hace 5 años se inició el monitoreo y la detección de alérgenos polínicos (granos de polen) dispersos en la atmósfera de la Ciudad de México, a través del establecimiento de estaciones de monitoreo de la Red Mexicana de Aerobiología, localizadas en zonas con diferentes microclimas e índices de urbanización, como ocurre en las delegaciones Coyoacán, Miguel Hidalgo e Iztapalapa. La toma de muestras de granos de polen en el aire se llevó a cabo de agosto de 2008 hasta agosto de 2013, utilizando una trampa de esporas tipo Hirst, que funciona de forma continua los 365 días del año. El método utilizado, en cuanto a muestreos y conteos de polen, fue el propuesto por la Red Española de Aerobiología. Con la información generada durante estos años fue posible conformar, tanto los primeros calendarios polínicos del aire de diversas zonas de la Ciudad de México, como determinar la variación en las concentraciones de cada zona, según las fuentes de vegetación y la variabilidad climática local. Los resultados mostraron que el Índice de Polen Anual de granos de polen (gp) en el aire más bajo correspondientes a Coyoacán, Miguel Hidalgo e Iztapalapa, fueron de 25062, 44733 y 9815, respectivamente; todos durante el periodo 2012 a 2013. Mientras que las concentraciones más altas fueron de 113253, 104992 y 16003 gp anuales en el mismo orden de estaciones, pero en el periodo 2009 a 2010. Los tipos polínicos más abundantes fueron Fraxinus, Cupressaceae y Alnus para Coyoacán y Miguel Hidalgo, mientras que para Iztapalapa los más abundantes fueron Cupressaceae, Fraxinus y Poaceae. En general, los pólenes en el aire registraron correlaciones negativas y significativas con la temperatura promedio, humedad relativa y precipitación. Con respecto a la marcada variabilidad interanual observada, el evento del Niño del 2009-2010 es coincidente con la elevada concentración de pólen en la atmósfera.

CCA-11

MODELACIÓN DE PARTÍCULAS PM10 PROVENIENTES DE LAS CALLES SIN PAVIMENTAR DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

Díaz Nigenda Emmanuel¹, Vázquez Morales Williams¹,
Tatarko John² y Hernández Méndez Zuleyma Carolina¹

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

²Engineering and Wind Erosion Research Unit, USDA
emmanuel.diaz@unicach.mx

Hoy en día, la contaminación del aire por partículas representa un grave problema en diversas comunidades y ciudades del mundo. Las emisiones de partículas afectan considerablemente la calidad del aire y como consecuencia la salud de la población, por esta razón un gran número de investigaciones han tenido lugar para poder entender este problema y de esta manera, establecer acciones que permitan minimizar los impactos de estos contaminantes. Sin embargo, la atención se ha centrado principalmente en las emisiones provenientes de las grandes industrias y de los automóviles, restándole importancia a aquellas que provienen de los suelos desprotegidos. Tuxtla Gutiérrez se encuentra localizado en el interior de un valle, el cual está delimitado por el Cerro Mactumatzá y por formaciones geológicas que conforman al Parque Nacional Cañón del Sumidero. Este tipo de barreras naturales impiden que se lleve a cabo una dispersión adecuada de los contaminantes atmosféricos, por lo que la ciudad no estaría exenta a problemas de altos índices de contaminación. Además, presenta grandes extensiones de suelos desprovistos de vegetación en lo que alguna vez llegaron a ser zonas de cultivo, los cuales han sido sometidos a una gran presión debido al crecimiento de la mancha urbana, dando paso al trazado de calles para el establecimiento de nuevas y numerosas colonias. Estas vías de comunicación pueden ser consideradas como fuentes potenciales de emisión de partículas a la atmósfera que afectan considerablemente la calidad del aire de la localidad durante la temporada de secas, ya que se encuentran sin pavimentar, lo cual las hace vulnerables al fenómeno de la erosión eólica. Considerando a las calles sin pavimentar como fuentes de emisión, se cuantificaron las emisiones de PM10 por la acción del viento; además mediante la aplicación del modelo ISC3, se pudo conocer el comportamiento de la pluma de contaminantes y de este modo, se identificaron las áreas mayormente impactadas por la presencia de partículas en el aire. Debido a la falta de información en materia de contaminación atmosférica en la ciudad, este trabajo pretende establecer las bases para futuras investigaciones que permitan conocer y estudiar la calidad del aire en la región.

CCA-12

EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR Y LOS FACTORES QUE ATENUAN SU INCIDENCIA EN LA SUPERFICIE DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA: ANÁLISIS PRELIMINAR PARA DETERMINAR SU INFLUENCIA EN LA FORMACIÓN DE QUINONAS EN PARTICULAS RESPIRABLES PM2.5 Y PM1.0

Murillo Tovar Mario Alfonso, Díaz Torres José de Jesús, López
López Alberto, Hernández Mena Leonel y Barradas Gimata Adriana
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ
mtovar@ciatej.mx

Muchos de los ciclos físicos y biológicos que ocurren en la atmósfera y superficie de la Tierra son controlados por la energía solar. En la atmósfera, las reacciones fotoquímicas son capaces de generar cambios en el estado basal de los sistemas moleculares de compuestos orgánicos con importante influencia en el aire ambiente de las zonas urbanas. Este proceso contribuye con la presencia de contaminantes que pueden ser nocivos para el ambiente y la salud, tal es el caso de las quinonas, las cuales se ha sugerido que poseen propiedades mutagénicas y generan estrés oxidativo disminuyendo la capacidad inmunológica de los seres humanos. Estos compuestos orgánicos son emitidos directamente por la quema de materia orgánica (biomasa, residuos sólidos y combustibles fósiles). Sin embargo, la radiación solar podría favorecer su formación a través de la excitación fotoquímica de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y la reacción con agentes oxidantes (O₂, OH y NO_x). Una vez en el aire ambiente se adsorben a partículas respirables del rango fino (PM2.5) o ultrafino (PM1.0), lo que incrementa el riesgo a la salud de la población. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la incidencia de la radiación solar y su disponibilidad para determinar sus efectos en la formación de quinonas asociadas a partículas respirables suspendidas en el aire ambiente de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). La irradiación solar es un factor importante para el presente estudio puesto que podría ser determinante para establecer en estudios posteriores, la proporción de quinonas por procesos fotoquímico atmosférico en el material particulado que se concentra en el aire de la ZMG. Debido en gran medida a su posición latitudinal y a las condiciones climatológicas de la región, Guadalajara se coloca dentro de las principales ciudades donde el promedio de la radiación máxima recibida oscila entre los 7.2 y 8.9 kW m⁻² diarios. El régimen de precipitaciones y la topografía son factores relevantes que disminuye la incidencia de la radiación solar directa sobre la superficie. Para probar la importancia de estos dos factores sobre la disponibilidad de la energía solar, se incorporaron métodos y técnicas de análisis espacial, mediante la implementación de Sistemas de Información Geográfica. La caracterización de las componentes de

la radiación solar y el régimen normal de precipitaciones, demuestra que durante el periodo de precipitaciones la incidencia de la radiación solar directa se reduce. La suave morfología del terreno, que predominan sobre gran parte del área de estudio no implica grandes contraste. El análisis del comportamiento normal de las masas de vientos dentro del área de estudio, indica que la dirección y magnitud de los vientos presenta una tasa de desplazamiento baja, que favorece a las condiciones de formación de compuestos orgánicos como las quinonas. Los resultados del presente análisis aportaran información fundamental para determinar la distribución espacial de las mediciones y clasificar los periodos para establecer un programas de muestreo. El cual pretende determinar la concentración, los sitios de emisión, y la deposición de estos compuestos contaminantes.

CCA-13

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA ACOPLADO OCÉANO-ATMÓSFERA EN MÉXICO

Martínez López Benjamin¹, Quintanar Arturo¹, Cabos Narvaez William David² y Sein Dmitry³

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Universidad de Alcalá, España

³Max Planck Institute for Meteorology
benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se presentan una serie de simulaciones numéricas tendientes a mostrar el valor agregado que resulta al simular la evolución del clima en México utilizando un modelo acoplado océano-atmósfera. Las corridas se realizan en modo oceánico, atmosférico y acoplado, utilizando cuatro resoluciones espaciales: 100 km, 50 km, 25 km y 17 km. De esta manera es posible analizar las regiones más sensibles a cambios en la resolución del modelo y a la libre interacción entre el océano y la atmósfera. En regiones lejanas a la costa, el empleo del modelo en modo atmosférico reproduce aceptablemente algunas características de los campos de precipitación, como lo es la sequía de medio verano. Cerca de la costa y en regiones con orografía complicada, sin embargo, la variabilidad del modelo acoplado mejora la estimación de ésta. Los resultados muestran la utilidad de simular la evolución conjunta del océano y la atmósfera, sobre todo si la finalidad de los experimentos numéricos es la predicción del clima en escalas de tiempo de meses y aún más largas.

CCA-14

EVALUACIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN CLIMATOLÓGICA DEL CICESE

Graef Federico¹, Fuentes Franco Ramón², Pavia Edgar³ y Villanueva Ismael³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ICTP

³CICESE
fgraef@cicese.mx

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de los pronósticos climatológicos estacionales para el invierno del 2013 en México elaborados con el modelo CICESE-2. Utilizamos una verificación por área para siete subregiones de México la cual es más adecuada cuando se requiere una evaluación a nivel regional, a diferencia de la verificación punto por punto. Así mismo, la evaluación del pronóstico mensual versus el pronóstico estacional muestra que el modelo es más adecuado para hacer pronósticos estacionales.

CCA-15

CLIMATE CHANGE HOTSPOT MAPPING OVER SOUTH AMERICA USING RCM SIMULATIONS

Zeller Marie-Louise¹, Remedio Armelle Reza², Hänsler Andreas² y Jacob Daniela²

¹Universität Konstanz and Climate Service Center

²Climate Service Center
marie-louise.zeller@uni.kn

Climate change projections of a regional climate model (RCM) ensemble are used to investigate climate change hotspots over South America. The used RCM ensemble encompasses five simulations of three RCMs (REMO, RegCM3, RCA in 3 runs) following the SRES A1B emission scenario and forced by the GCM ECHAM5-OM. The time periods studied are 1961-1990 and 2071-2100. To identify climate change hotspots, two methods are employed and compared to each other qualitatively. The Regional Climate Change Index (RCCI) is a comparative index based on four representative climate change quantities. The Standard Euclidean Distance (SED) metrics calculates the total change between the present and future periods for seven climate change indicators. In the study we focus on projected regional climate change hotspots over South America as well as on the impact of different RCM simulations. Furthermore, a comparison to an already existing study using a GCM ensemble is made. The results show for both methods applied that three main projected hotspot areas in South America are projected: the Andean region, especially the segment covering southern Peru, Bolivia and northern Chile, the area in eastern Brazil encompassing the Cerrado ecoregion and the northeastern part of the La Plata Basin and the area covering the central northern part of the Amazon Basin extending up to the northern top of the continent. Four out of five simulations show similar climate change patterns, one simulation shows diverging patterns. It can therefore

be demonstrated that the choice of RCM matters for the analysis of climate change hotspots over South America, even if a majority of the RCMs have similar results. The SED metrics and the RCCI lead to similar results in large parts of the continent. Some differences and shifts are evident which are mainly caused by the inclusion of the occurrence of extreme event variables in the SED metrics. Additionally, the RCCI based on RCMs is compared to a previous study using the same method but applied on an ensemble of GCMs. The RCCI for the RCM ensemble provides more details on a local scale due to a higher resolution and is furthermore more amplified than for the GCM ensemble. In both cases, large parts of the Amazon Basin are projected as a climate change hotspot. There are, however, also regions for which the projected RCCI of the RCM and GCM ensemble clearly differs. The research findings put forth in this study can be used in further research for studies of vulnerability and to investigate the impacts for the hotspot regions in fields of health, agriculture, water management or ecosystems and design adaptation programs.

CCA-16

VARIABILIDAD OCÉANO-ATMÓSFERA ASOCIADA A LA SEQUÍA INTRAESTIVAL EN EL REANÁLISIS CFSR

García Martínez Ivonne y Sheinbaum Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
igarcia@cicese.edu.mx

La sequía intraestival o canícula es un fenómeno que se caracteriza por una disminución de la precipitación que ocurre a la mitad del verano en la región centro-sur de México y Centroamérica. En este estudio se investiga la presencia espacial y temporal de la sequía intraestival en el Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) del National Center for Environmental Prediction (NCEP) que considera un modelo acoplado océano-atmósfera de alta resolución. El análisis considera la evolución de diversas variables atmosféricas y oceánicas en el periodo 1979-2010. Se determina la variación interanual de la sequía intraestival, se describe su progresión estacional y los mecanismos forzantes asociados, y se establecen los patrones dominantes de la circulación en superficie y en diferentes niveles de la atmósfera. Además se analiza la variabilidad espacial y temporal de otras variables relacionadas con la precipitación y se examina la posible conexión entre la oscilación de Madden-Julian y la sequía de medio verano.

CCA-17

CHANGES IN ARIDITY ACROSS MEXICO IN THE SECOND HALF OF THE 20TH CENTURY

Tereshchenko Iryna¹, Zolotokrylin Alexander², Cherenkova Elena², Monzon Cesar², Brito-Castillo Luis³ y Titkova Tatiana³

¹CUCEI, Universidad de Guadalajara
²Climatology Laboratory, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas, Sonora, Mexico
itereshc@cupei.udg.mx

Humidification trends and dynamics of boundaries of drylands across Mexico in the second half of the century were investigated. Distribution of the Aridity Index is described. The zones where the interannual cycle of humidification is uniform are determined. The dynamics of humidification within each zone from 1951–2001 is investigated and the occurrence of the peak months within each zone is discussed to point out the intra-seasonal precipitation differences between the zones. The long-term droughts at the beginning and end of the study period are recognized in the increase in aridity of drylands across Mexico and in humid lands as well. Increased aridity of drylands associated with the long-term drought in the last decade of the century did not cause a major change in the southern boundary. The sole exception is the part of the southern boundary in the State of Sinaloa, where the migration of arid lands to the south, along with the rise in aridity, was substantial.

CCA-18

COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA EN LA REPÚBLICA MEXICANA MEDIANTE ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS Y COMPONENTES PRINCIPALES

Bravo José Luis, Azpra Enrique, Zaraluqui Víctor y Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jlbravo@atmosfera.unam.mx

En trabajos anteriores se ha hecho una cuidadosa selección de estaciones climatológicas escogidas de la base de datos CLICOM que maneja el Servicio Meteorológico Nacional, la selección se hizo en base a lo completo de la información en cada estación y a la variabilidad de cada una de las estaciones (varianza). Se emplea el promedio anual de las temperaturas máximas y mínimas. En este trabajo aprovechó la selección de estaciones ya existente y se hace análisis de conglomerados para clasificar las según su distancia euclidiana, las estaciones se clasifican en cinco grupos usando los datos, los datos centrados en la media y los datos estandarizados mediante su desviación estándar. La clasificación resultante se compara con la hecha por Englehart y Douglas (2002) y por Bravo et al. (2010). Se hace análisis de componentes principales para los datos de la República Mexicana

completa y para cada una de las regiones climatológicas en las que se ha dividido el país. Se reporta la tendencia de la temperatura máxima y mínima para un conjunto de estaciones selectas a partir del análisis de componentes principales poniendo de manifiesto la importancia de las influencias locales en la medición de la temperatura.

CCA-19

ESTIMACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS CURVAS DE FRECUENCIAS INTENSIDAD PERIODO DE RETORNO CONSIDERANDO LOS NUEVOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Mateos Farfán Efraín, Montero Martínez Martín José, Santana Julio Sergio y Rivas Iván
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
efrain_mateos@tlaloc.imta.mx

Se comparan las curvas de las frecuencias intensidad periodo de retorno (i-d-T) entre datos observados y modelados, para los periodos de 1960 a 1999 y de 1956 al 2099 respectivamente, en tres cuencas mexicanas. Para los datos modelados, se calculó el porcentaje de cambio, encontrándose un aumento en las tres cuencas seleccionadas. Se encontró además, que la subregión Grijalva-La Concordia es la que presenta un mayor cambio, 51% en promedio, seguido de las cuencas Río Conchos 1 (13%) y Cutzamala (8%). Se calcularon los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años y duraciones de lluvia 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos. Se calculó el promedio ponderado por cuenca, usando polígonos de Voronoi, de cada periodo de retorno de las observaciones, y de las observaciones más el porcentaje de incremento de los modelos. Los escenarios de Cambio Climático sugieren para las cuencas Conchos 1 y en la subregión Grijalva-La Concordia, habrá una menor intensidad de precipitación. Sin embargo, para el modelo MRI experimento RCP 8.5, las lluvias serán más intensas en Conchos 1 y en Grijalva-La Concordia, cuando éstas tengan duraciones mayores a una hora. En la cuenca río Cutzamala, la intensidad de la precipitación se incrementa para todos los modelos y experimentos en todas las duraciones, en comparación con las estaciones climatológicas.

CCA-20

EFFECTOS DE LOS CAMBIOS EN LA PRECIPITACIÓN Y LA COBERTURA VEGETAL EN EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO, EN LA CUENCA DEL RÍO DEL CARMEN (RH34).

Silva Hidalgo Humberto, Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela, De la Garza Aguilar Rodrigo, Martínez Sosa Jorge Alejandro, Espino María Socorro, Santos García José y Orpín Ureña Issac Adrián
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
silvahi@gmail.com

Las variaciones en la precipitación, cobertura vegetal, uso de suelo y características del tipo de suelo en una cuenca hidrológica, afectan los valores del coeficiente de escurrimiento (Ce), así como al escurrimiento superficial (Es) que se genera en ella. La cuenca del río del Carmen con una superficie de 4,537 kilómetros cuadrados desde su inicio hasta la presa Las Lajas, se ubica en la Región Hidrológica 34 (RH34) en el estado de Chihuahua. Por ser una cuenca aforada fue posible determinar los escurrimientos naturales (En) para el periodo de 1968 al año 2012, por el método de restitución, que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-200. Los En representan la relación lluvia-escurrimiento y por restitución se obtienen removiendo los efectos de infraestructura (antropogénica) para el almacenamiento y derivación de agua, así como los flujos de retorno, entre otros factores, de los registros históricos de hidrometría. Los En en la cuenca se comportan ascendentemente del año 1968 al 1977 y decrecen ligeramente de 1978 al año 2012, con variaciones cíclicas (periodos húmedos y secos), típicas de zonas áridas y un valor medio anual (VMA) de 65.2 hectómetros cúbicos. A partir del En se determinó el valor del Ce para cada año, mediante la relación entre los En generados y los volúmenes precipitados, obteniéndose un (VMA) de 0.036 y un coeficiente de variación (CV) de 0.652. La tendencia del Ce en el periodo es a incrementarse. A partir de los valores de Ce y de la precipitación anual (PA) se determinó el parámetro k, que es función del tipo de suelo, de la cubierta vegetal, del uso del suelo, y de la PA; obteniéndose un VMA de 0.186 y un CV de 0.173. k tiende a incrementarse en el tiempo, pero en menor medida que Ce y con menor variación. La PA en el periodo analizado presenta dos tendencias: a incrementarse de 1968 a 1992 (precipitación media, PM, de 415 milímetros) y a descender a manera de escalón en 1993, manteniendo valores bajos hasta el año 2012 (PM de 353 milímetros). El incremento en los valores de k y Ce, se explica al observar los cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca. En el periodo estudiado se perdió superficie arbórea en la zona serrana -bosque primario cambió a secundario-, asimismo sufrió cambios en zonas más planas, en las que pastizal natural cambió a matorral, a pastizal inducido (indicativo de pastoreo) ó a zona agrícola. A pesar de que el incremento en el Ce en principio supone un aumento en los En generados en la cuenca, estos exhiben un comportamiento promedio estable, debido principalmente a la disminución en la precipitación de los últimos diecinueve años. Se concluye que el cambio espacial y temporal en las variables analizadas se compensó, por lo que no se observa un efecto significativo en la generación de escurrimientos superficiales en esta cuenca, sin embargo, deja expuesto lo sensible de su respuesta hidrológica.

CCA-21

IMPACTO DEL USO DE SUELO Y LA COBERTURA VEGETAL EN EL PRONÓSTICO DEL TIEMPO PARA EL CENTRO DE MÉXICO

López Espinoza Erika Danaé, Zavala Hidalgo Jorge y Gómez Ramos Octavio
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 danae@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se estudia el impacto que tiene el pronóstico del tiempo ante cambios en el uso de suelo y cobertura vegetal con base en simulaciones numéricas realizadas con el modelo Weather Research and Forecasting (WRF) para el centro de México. Se emplean datos de cobertura vegetal y uso de suelo creados por el United States Geological Survey (USGS) a partir de imágenes del satélite NOAA-AVHRR tomadas entre 1992 y 1993; y datos de cobertura vegetal y uso de suelo creados por el North American Land Change Monitoring System (NALCMS) a partir de imágenes del satélite MODIS tomadas en 2005. El uso de suelo y cobertura vegetal en el modelo WRF es modificado con NALCMS y a partir de dos simulaciones (USGS y NALCMS) se hace un análisis de sensibilidad del pronóstico para una malla de resolución horizontal aproximada de 7 km. Para el análisis se realizan pronósticos diarios del tiempo a 5 días para el año 2012. Se analizan las variables de temperatura, precipitación y viento en superficie a 24, 48, 72, 96 y 120 horas empleando observaciones de las estaciones de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT).

CCA-22

INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL ESTADO DE CHIAPAS 2010 Y TENDENCIAS 2020.

Díaz Nigenda Emmanuel¹, Morales Iglesias Horacio¹, Vázquez Morales Williams¹, Venegas Sandoval Andrea¹, Ordoñez Díaz José Francisco Benjamín², Cruz Núñez Xóchitl³, Farfán Gutiérrez Michelle⁴ y Ramos Hernández Silvia¹

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

²Servicios Ambientales y Cambio Climático A.C.

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

⁴Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
 emmanuel.diaz@unicach.mx

La actualización del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEGEI) del Estado de Chiapas al 2010, en los sectores Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) y Desechos fue realizada empleando las Directrices del IPCC en su versión revisada de 1996 y con la orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas publicada en el año 2000. Alcanzando un nivel de estimación TIER 2 en el caso sector USCUSS, mientras que para los otros sectores, se tiene un nivel TIER 1. Acorde a los resultados obtenidos, en el año 2010 el estado de Chiapas emitió 17,278.24 Gg CO₂e, lo cual representa un incremento de casi 10% respecto a lo que se emitió en el año 2005, siendo los sectores Agricultura y USCUSS los más importantes en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El IEGEI estimó que para el año 2010 el sector energía emitió 9,929.13 Gg de CO₂e, derivados de las fuentes de combustión. Las emisiones derivadas de los Procesos Industriales muestran que se emitieron 161.90 Gg CO₂e, identificando a la industria de la cal como aquella que emite la mayor cantidad de GEI. En cuanto el sector Agricultura se emitieron 5,373.29 Gg CO₂e, siendo las principales fuentes de emisión la fermentación entérica del ganado y los suelos agrícolas. De acuerdo con los resultados obtenidos, el sector USCUSS emitió 5,310.54 Gg CO₂e, de los cuales la categoría "Conversión de Bosques y Praderas" aporta el 76% de las emisiones del sector. Para el sector Desechos los datos generados muestran que se emitieron a la atmósfera aproximadamente 2,503.38 Gg CO₂e. Como insumo necesario para la planificación ambiental y la toma de decisiones se generaron escenarios tendenciales de las emisiones de GEI, los cuales indican que el Estado de Chiapas emitiría cerca de 17,950 Gg CO₂e en el año 2015, aproximadamente 19,234 Gg CO₂e en el 2018 y poco más de 20,330 Gg CO₂e en el 2020, de aquí la importancia de la implementación de medidas de mitigación. Estos resultados ayudarán en la toma de decisiones y en el establecimiento de políticas públicas que reduzcan las emisiones de GEI para el Estado, por lo que se sugiere atender primordialmente las fuentes clave y sus estrategias de mitigación. Así mismo, se considera indispensable la participación de los diferentes sectores de la sociedad en la puesta en marcha de las estrategias, para que puedan tener un impacto verdadero en el corto, mediano y largo plazo.

CCA-23

PREDICIBILIDAD DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS EN MÉXICO: USO DEL "OCEAN LAND ATMOSPHERE MODEL" (OLAM)

Muñoz Arriola Francisco¹, Abadi Azar Mohammad¹, Walko Robert², Otte Martin³ y Ramírez Orozco Aldo Iván⁴

¹Universidad de Nebraska-Lincoln, UNL

²University of Miami

³Research Triangle Park

⁴Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM
 fmunoz@unl.edu

Uno de los factores que pueden contribuir a mejorar la predicibilidad de eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos (EHCE) en los modelos climáticos es la fuerza del acoplamiento superficie terrestre-atmósfera. En México donde el 70% del territorio presenta cambios topográficos notorios, el acoplamiento superficie terrestre-atmósfera complica lo parameterizado comúnmente en estos modelos. El objetivo del presente trabajo es explorar el uso del modelo climático de multi-escala "Océano-Tierra-Atmósfera" (OLAM, por sus siglas en Inglés) y el papel de las condiciones iniciales en el tiempo de entrega para el pronóstico de inundaciones y sequías. La hipótesis es que OLAM es más sensible a los cambios en el tiempo de entrega para inundaciones que el tiempo de entrega para sequías. OLAM se caracteriza por su núcleo dinámico consistente en celdas geodésicas hexagonales y de refinamiento gradual (para así alcanzar una alta resolución) y una discretización finita de las ecuaciones Navier-Stokes totalmente compresibles; la topografía es parameterizada por un corte de celda que reduce el error en el cálculo de los gradientes y la dispersión vertical anómala (usualmente presente en la parametrización de seguimiento topográfico en otros modelos). La hipótesis arriba mencionada será probada como sigue: (1) se simularán eventos de precipitación extrema como la inundación de la zona metropolitana de Monterrey en Junio 30 del 2005 y la sequía del 2011 en el norte del país; (2) se usaran las condiciones iniciales del "Climate Forecast System" (CFS) los días 28, 29, y 30 de Junio y se simulara el modelo hasta por tres días a una resolución de 10km; en el caso de la sequía las condiciones iniciales serán los días 28 de Octubre, Noviembre y Diciembre del 2010 y Enero, Febrero y Marzo del 2011 y la resolución alcanzará los 50km; (3) se comparará la precipitación simulada con observaciones de la "Subcontinental Database" (de precipitación, temperaturas máxima y mínima, obtenida a partir de estaciones climáticas en México, Estados Unidos de América, y Canadá a 1/16vo de grado de resolución) agregada espacialmente para la región metropolitana de Monterrey y el Norte de México. Resultados preliminares muestran la simulación adecuada del los campos de viento correspondientes al huracán.

CCA-24

TORNADOS EN MÉXICO Y SUS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

León Cruz José Francisco y Carbajal Noel
 Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
 jose.leon@ipicyt.edu.mx

Se efectuó una revisión de las condiciones meteorológicas bajo las cuales ocurrieron tornados en México. Los tornados en los Estados Unidos ocurren en zonas con poca variación topográfica en donde masas de aire caliente y húmedo chocan con masas de aire frío y seco. En México, los tornados han ocurrido en zonas topográficamente complejas y con altitudes mayores a los 2000 metros. Esto sugiere investigar las condiciones meteorológicas que condujeron a la ocurrencia de tornados. Para este fin, se llevaron a cabo diferentes modelaciones numéricas, aplicando el modelo WRF, para reproducir la dinámica meteorológica imperante. Los resultados revelan que las condiciones meteorológicas pueden ser muy variadas y en donde la topografía juega un papel importante. Se presentan cartas meteorológicas, distribuciones de temperatura en la horizontal y en la vertical, patrones de humedad relativa y viento en la complejidad topográfica. Los resultados indican que la ocurrencia de tornados en México merece un estudio profundo de las condiciones meteorológicas que los generan.

CCA-25

INCREASE IN WIND ENERGY DUE TO THE SANTA ANA WINDS

Zamora Machado Marlene¹, Lambert Arista Alejandro Adolfo², Leyva Sánchez Elia² y Reynaga López Rafael Carlos¹

¹Instituto de Ingeniería, UABC

²Facultad de Ingeniería, UABC

marlene_zamor@hotmail.com

Se presenta el estudio sobre el comportamiento de los vientos de Santa Ana en la región norte del Estado de Baja California y su efecto en los flujos de viento en la zona. El fenómeno se caracteriza por el incremento en la velocidad del viento, por lo que se realizó un filtrado para encontrar velocidades de viento mayores a 8 m/s. Los datos utilizados pertenecen a cuatro estaciones meteorológicas de Comisión Nacional del Agua: Ensenada, Tijuana, La Rumorosa y Mexicali. De las

estaciones analizadas sólo La Rumorosa presenta condiciones de viento óptimas para la operación de plantas eólicas comerciales. Durante la presencia de los vientos de Santa Ana se percibieron cambios en las variables meteorológicas, observándose un aumento en la temperatura y una disminución en la humedad relativa; éstos cambios fueron los que se utilizaron para catalogar la existencia del evento. Al realizar las rosas de los vientos para observar la procedencia de los mismos, se observó que la dirección de éstos variaba en cada estación, posiblemente debido a la diferencia topográfica de cada lugar. Se encontró que en la mayoría de los eventos, sólo en La Rumorosa la dirección del viento es acorde con la literatura durante la ocurrencia del evento de Santa Ana, el cual incrementa la velocidad del viento y con ello la potencia eólica. Palabras clave: velocidad del viento, plantas eólicas, eventos. Abstract The study on the behavior of the Santa Ana winds in the northern region of the State of Baja California and its effect on the flow of wind in the area is presented. The phenomenon is characterized by the increase in wind speed, a filtering method was applied to find higher wind speeds of 8 m/s. The data used come from four meteorological stations from Comisión Nacional del Agua: Ensenada, Tijuana, Mexicali and La Rumorosa. Of the Stations analyzed only La Rumorosa presents optimal wind conditions for the operation of commercial wind farms. During the presence of the Santa Ana winds were perceived changes in weather variables, with an increase in temperature and decrease in relative humidity; these changes were those that were used to classify the existence of the event. When making wind roses to observe the origin thereof, it was observed that the management of these varied in each station, possibly due to the topographical difference each place. It was found that in most events, only La Rumorosa wind direction is consistent with the literature search for the occurrence of the event in Santa Ana, which increases the wind speed and thus wind power. Keywords: wind speed, wind farms, events.

CCA-26

CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA POR BRISA MARINA/TERRAL EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, ENSENADA, B.C.

Rojas Castro Alfonso y Mateos Farfán Efraín
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
alfaroca1983@gmail.com

La circulación atmosférica por brisa marina/terral sobre la Bahía de Todos Santos en Ensenada, ha sido documentada previamente, no obstante, los estudios sobre su dinámica, contribución a la circulación local y alcances tierra adentro son prácticamente nulos. Tomando como punto de partida los datos de temperatura y viento en superficie (a 10 metros) provenientes del NARR para el año 2010 (con resolución espacial y temporal de 30 km y 3 horas, respectivamente); se identifica el fenómeno de brisa marina/terral a lo largo de la Bahía de Todos Santos, mediante un índice de brisa, que relaciona la intensidad y dirección del viento y el contraste térmico entre la temperatura del aire en tierra y la del aire en mar, con lo que se determinan los días favorables para su desarrollo. Los índices, se corroboran identificando oscilaciones en los parámetros de viento, temperatura, presión y humedad, asociadas directamente al paso de un "frente de brisa", en las 5 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas sobre la zona (cercanas y alejadas de la costa). Se propone un modelo lineal sencillo que explique la dinámica brisa/terral para la región de la bahía.

CCA-27

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LA INTENSIFICACIÓN DE LOS VIENTOS ASOCIADOS CON NORTES EN VERACRUZ

Osorio Tai María Elena, Romero-Centeno Rosario y Zavala Hidalgo Jorge
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
tai@atmosfera.unam.mx

Se analiza la intensificación local de los vientos en el puerto de Veracruz y zonas adyacentes asociada con la ocurrencia de nortes. Para el análisis, se utilizaron observaciones de cuatro boyas meteoceánicas ubicadas en el Golfo de México y estimaciones del viento cerca de la superficie oceánica obtenidas del escaterómetro WindSAT. Asimismo, se analizaron los datos de una simulación numérica de alta resolución del evento de norte ocurrido entre el 27 y el 30 de Noviembre de 2011, realizada con el modelo atmosférico de mesoescala WRF. El desempeño del modelo es evaluado comparándolo con las observaciones mencionadas. Se identificaron los mecanismos responsables de la ocurrencia de la intensificación de los vientos en Veracruz (o jet), encontrándose que es provocada por la presencia de la Sierra Madre Oriental (SMO) y está asociada a un incremento en la magnitud del gradiente de presión y al aumento de los términos no lineales en la ecuación de momento con respecto a los términos dominantes, que son el gradiente de presión y la fuerza de Coriolis. Los términos no lineales crecen cuando llega el frente y durante el período en que el jet es más intenso. Las masas de aire asociadas al jet son frías y se localizan por debajo de los 2,500 m sobre el nivel medio del mar. Durante el evento de norte analizado, los vientos del jet cerca de la costa alcanzaron los 25 m/s, los cuales fueron mucho más intensos que los vientos costa afuera (~7 m/s menos intensos). Los vientos pasaron de una condición de calma (menos de 5 m/s) a más de 15 m/s en menos de 6 horas y se mantuvieron muy intensos por más de 12 horas, decayendo posteriormente durante las siguientes 36 horas. La simulación numérica muestra que la intensidad de los vientos se incrementa con la altura hasta los 2,000 m, alcanzando el máximo valor en 1,000 m. Además de la zona del jet, se observaron

vientos intensos en una región ubicada entre la SMO y la costa oeste del GM a la latitud de Tamaulipas, producto de la interacción del sistema con la Sierra. En esta zona los gradientes de presión se incrementan y a lo largo del frente se observó una convergencia muy fuerte de vientos. De este análisis se concluye que el desarrollo del jet se ve favorecido por eventos de norte en los cuales los gradientes de presión son más intensos, por la posición y trayectoria del sistema de alta presión y en los casos en los que las masas de aire asociadas al frente tienen una mayor diferencia de temperatura con respecto a la de las masas de aire que existen en el Golfo.

CCA-28

IMPACTO OROGRÁFICO EN EL COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN DE ORIGEN CICLÓNICA EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela, Silva Hidalgo Humberto, Villalba María de Lourdes, Martínez Sosa Jorge Alejandro y Pinales Munguía Adán
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
gestrada@uach.mx

Al tener el Estado de Chihuahua zonas desérticas y semidesérticas, las precipitaciones están por abajo de la media nacional. Existe una importante relación entre la orografía que flanquea al Estado de Chihuahua y los eventos ciclónicos en los océanos Pacífico y Atlántico, así como la función que tienen las sierras Madre Oriental y Occidental para evitar que dichos eventos entren a Chihuahua. Para identificar la ruta que siguen los huracanes en tierra que pueden impactar en el Estado, se clasificaron los tipos de precipitación que se presentan según su origen, así como la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema en la región, en conjunto con el análisis histórico de huracanes que han impactado en costas de los océanos Pacífico y Atlántico. Trabajando sólo con aquellos que impactan en las costas mexicanas y que por su dirección y magnitud, pudieran vencer las barreras orográficas. Mediante el Google Earth® se obtuvieron las rutas aproximadas que siguen los huracanes que logran penetrar las barreras orográficas. Con el uso de la base de datos estadounidense Unisys Corp. 2010 se obtuvieron registros de todos los ciclones tropicales en los océanos Pacífico y Atlántico en Norteamérica; incluyendo toda la información de los mismos y lo más importante para la investigación, la ruta que siguió el evento. Las zonas localizadas en sotavento de una cordillera generalmente son muy secas, y si se añade que el Estado de Chihuahua se encuentra entre los dos sotaventos de las sierras, no es extraño que existan grandes superficies desérticas. Para definir la trayectoria que siguen los huracanes en el Estado, se ordenaron cronológicamente los eventos registrados, en función de la información obtenida de las estaciones climatológicas con el software ERIC® 2010 e imágenes obtenidas de la base de datos Unisys Corp. 2010 que muestran la trayectoria de huracanes que han impactado a Chihuahua, en ambos océanos. Por el lado del océano Pacífico, el Estado de Chihuahua se encuentra en su punto más cercano a la costa, aproximadamente 90 kilómetros; debido a la cercanía los eventos que se presentan por este costado llegan con más fuerza y periodicidad que los del Golfo de México. La bahía de Topolobampo en Sinaloa es quizá el sitio más vulnerable para su ingreso a Chihuahua. Por el océano Atlántico, debido a la lejanía con el Estado de Chihuahua (más de 650 kilómetros) son realmente pocos los eventos que logran impactarlo. Las zonas de San Fernando y Valle Hermoso son las bahías propicias para dar entrada a los huracanes que se presentan por este flanco.

CCA-29

MODELO MATEMÁTICO-NUMÉRICO PARA LA PROPAGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Fernández Medina Luz Patricia y Carbajal Noel
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICTY
luz.fernandez@ipicyt.edu.mx

Se presentan avances de un modelo matemático-numérico para simular la propagación de incendios forestales. Aplicando el concepto de conservación de energía (calorífica y en forma de radiación), se desarrolló una teoría matemática que cuantifica el cambio de calor en un elemento de volumen localizado en las inmediaciones de un incendio forestal el cual exporta calor en forma de transporte advectivo y difusivo a través de la ley de Stefan-Boltzmann. La solución es obtenida en forma numérica en la cual se supone una malla rectangular. En cada celda o elemento de volumen de la malla son especificadas, la inclinación topográfica, velocidad y dirección de viento, la temperatura, el contenido de humedad, contenido de biomasa, eficiencia de quema, porcentaje de residuos, temperatura de ignición y otros parámetros. Aplicando gradientes de presión generados por las diferencias de temperatura en zonas de ignición y la atmósfera, se estimaron velocidades advectivas verticales principalmente. Numéricamente es posible estimar dirección y velocidad de propagación. Se estudia el efecto del tamaño de malla y la variación topográfica. Los primeros resultados son interesantes y sugieren que es posible la implementación de aspectos más sofisticados.

CCA-30 CARTEL

PLATAFORMA WEB INTERACTIVA CLICOM-CICLONES

Valenzuela Ernesto y Cavazos Tereza
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 evalenzu@cicese.mx

Presentamos la nueva página web CLICOM-Ciclones (<http://clicom-mex.cicese.mx/ciclones>). Es una herramienta interactiva que está dirigida a todo tipo de público cuyas principales funciones son: mostrar el impacto de la precipitación causada por los ciclones tropicales en las estaciones meteorológicas del sistema CLICOM a través de mapas de las estaciones afectadas y las trayectorias de los ciclones de forma interactiva, así como series de tiempo de la precipitación diaria y acumulada. Esta página utiliza tres bases de datos: la del sistema CLICOM que es una base de datos de estaciones climáticas superficiales de México administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la del UNISYS Weather – Hurricane que contiene las trayectorias de los ciclones tropicales del océano Atlántico (1900-2012) y del Pacífico Este (1949-2012), y la que generamos nosotros a partir de las dos anteriores, la cual que almacena las estaciones afectadas de cada trayectoria de ciclón. Los ciclones en la página se pueden buscar por océano, fechas, categoría y nombre, y se pueden graficar de uno o varios a la vez, con líneas, puntos o ambos. Las estaciones sólo pueden graficarse por un ciclón a la vez y se pueden aplicar filtros de acuerdo a su posición, elevación o precipitación acumulada. Se pueden mostrar las de un día en específico o durante toda la trayectoria. Cuando se grafican las estaciones se hacen algunos cálculos estadísticos para mostrar gráficas de la precipitación diaria durante el período base por cada estación o por todas las estaciones mostradas. Metodología. Para determinar si una estación climatológica es afectada por la trayectoria de un ciclón se definió un "período base" que va de la fecha inicial a la fecha final del ciclón más dos días posteriores al evento, y se tomaron los siguientes criterios para la estación: • Que esté dentro de un radio de 500 km por cada punto de la trayectoria • Que tenga datos de precipitación durante el período base • Que la precipitación acumulada durante el período base sea mayor que cero • Que no haya sido tomada en cuenta en otro punto de la trayectoria

CCA-31 CARTEL

CREACIÓN DE RESÚMENES ESTADÍSTICOS CLIMÁTICOS DE REGIONES DEFINIDAS EN MÉXICO

Santana Julio Sergio y Mateos Farfán Efraín
 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
 julioosergio@gmail.com

Se presenta un sistema capaz de realizar un conjunto de operaciones estadísticas sobre una base de datos climática para una región definida en el territorio de la República Mexicana. La base de datos empleada es el CLICOM, en la cual el Sistema Meteorológico Nacional mantiene la información, principalmente precipitaciones y temperaturas, de su red de estaciones climáticas distribuidas a lo largo y ancho del país. Las regiones típicas que se pueden manejar dentro de este sistema son: cuencas, entidades federativas o estados, y regiones arbitrarias definidas por un usuario. Para una región seleccionada por el usuario, las operaciones estadísticas que se obtienen son: tabla de valores medios por años y meses, histogramas de frecuencias, curvas de distribución de probabilidades, curvas de períodos de retorno, y, para el caso de la precipitación, curvas masas por años -precipitaciones acumuladas a lo largo del tiempo-. El sistema está conformado por tres módulos, a saber: (1) la interfaz con el usuario, ofrecida mediante una página Web y básicamente escrita en los lenguajes de programación PHP y JavaScript, con llamados a las facilidades de Google Maps, (2) la máquina computacional, que es la encargada de hacer los procesamientos estadísticos y que está escrita en el lenguaje de programación R, y (3) la base de datos, que es una transcripción de CLICOM a una base de datos administrada por MySQL. Para operar el sistema, el usuario accede a la página Web y desde allí selecciona la región, el período y la variable de su interés, y solicita la ejecución de los procedimientos computacionales. Como resultado, el sistema le entrega la serie de gráficos y tablas correspondientes a los resúmenes estadísticos señalados anteriormente.

CCA-32 CARTEL

MONITOREO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y AGROCLIMÁTICO CON DATOS MENSUALES (MOCLIC-M)

Bautista Francisco¹, Pacheco Aristeo² y Bautista Dorian Antonio³
¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia
²Skiu, Scientific Knowledge In Use
 leptosol@ciga.unam.mx

El cambio climático es motivo de preocupación mundial en todos los ámbitos de la vida pero de manera especial en la agricultura, biodiversidad y salud humana, el discurso global ha sido bien entendido y divulgado; sin embargo, hay muy poco conocimiento de la magnitud y del sentido del cambio climático a nivel local. Es en este nivel, donde se toman las medidas de mitigación y adaptación, por lo cual se hace URGENTE el conocimiento, mediante datos, de la situación actual y local para prever los problemas o para aprovechar las oportunidades creadas por el cambio climático. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un software que

permita el manejo eficiente de miles de datos para identificar los cambios climáticos y agroclimáticos. Moclic-M Es un software multiplataforma desarrollado sobre el entorno de programación Eclipse 3.7.1, Java como lenguaje de programación. Moclic-M funciona sobre cualquier sistema operativo que soporte VM Java. Las variables de entrada o de captura son temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales; la precipitación mensual; y la posición geográfica. El sistema cuenta con un conjunto de rutinas para el cálculo de variables derivadas que son de uso frecuente en la evaluación de tierras, tales como: Evapotranspiración potencial; Índice de humedad (HUI), de aridez (ARI), de concentración de las precipitaciones (PCI), modificado de Fournier (MFI), de Arkley (Aki) y período de desarrollo vegetativo (GS); Longitud del periodo de crecimiento (LPC) y Probabilidad de lluvia mensual. Climogramas. Tendencias de cambio climático: prueba de Mann-Kendall (MK) e índice de correlación de Pearson. Identificación de anomalías climáticas y eventos extremos. El software Moclic-M facilita: La organización, almacenamiento y manejo de millones de datos climáticos (temperatura y precipitación mensual); El cálculo de la evapotranspiración potencial de manera más precisa; El cálculo de los índices agroclimáticos: humedad, aridez, erosión por lluvia, entre otros, mejorando las actividades agrícolas y reduciendo daños al medio ambiente; El cálculo del periodo de lluvia continua, esencial para la elección de las variedades de cultivos, optimizando el uso del agua de lluvia (ayudando a la conservación de acuíferos) y obteniendo mayor rendimiento económico; y La identificación de las tendencias del cambio climático a nivel local (sentido y magnitud) lo cual permite la prevención de los efectos negativos y el aprovechamiento de los efectos positivos de este cambio climático. En conclusión, las ventajas del uso de Moclic-M son: a) Para los investigadores y estudiantes Moclic-M les permitirá una mejor calidad de su trabajo debido a que podrán analizar más y mejor los datos del clima, visualizando miles de datos en segundos; b) Para las agencias de gobierno Moclic-M les permitirá un mejor entendimiento de la problemática relacionada con el cambio climático a nivel local que es donde se toman las decisiones, lo cual les permitirá hacer su trabajo de una manera más profesional, eficiente y oportuna; y c) Para los agricultores Moclic-M les permitirá hacer un diagnóstico acertado en torno a las medidas de adaptación para enfrentar el cambio climático.

CCA-33 CARTEL

CLIMATE CHANGES AND EXTREME PHENOMENA: SYMBIOTIC ACTION OF CLIMATE AND NATURAL ENVIRONMENT IN THE CASE OF DROUGHT IN ALGERIA

Nouredine Hassini¹, Belaid Abderrahmani² y Abdelmadjid Dobbi³
¹University of Oran
²I.H.F.R., Oran
³University of Ouargla
 hassini.nouredine@univ-oran.dz

Climate change is now a perceptible reality through the nature and magnitude of extreme events such as heat waves, cold waves, droughts etc. In our latitudes, droughts seen in recent years are more to be feared they are more persistent and occur in full growing season. This climatic event is most common in the western region of the country that receives an average of 350 mm of rain per year and records, according to the work of the National Agency for Water Resources (ANRH) a rainfall deficit of about 33% on the period from 1974 to 1992. According to experts of the agency, reduced rainfall, and hence the occurrence of drought is related to environmental degradation, intense deforestation and ecosystem changes. However, it should, in the present state of things, to integrate climate action, through climate -related events such as the beginning and end of the rainy season in the genesis and the installation of drought. A statistical study, complemented by a field study allowed us to address climate out of this reality.

CCA-34 CARTEL

VARIABILIDAD DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN UN ECOSISTEMA SEMIÁRIDO CON CONDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR Y VEGETACIÓN DIFERENTES.

Flores Zavla Radha Adidevi¹, Bullock Runquist Stephen Holmes², Hernández Martínez Rufina², Vargas Ramos Rodrigo³ y Kretzschmar Thomas Gunter²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
 rflores@cicese.edu.mx

Los ecosistemas áridos y semiáridos ocupan gran parte del mundo, en estos las condiciones meteorológicas tienen una influencia directa en el funcionamiento de los procesos ecofisiológicos de una región. De las principales condiciones climáticas, es la radiación solar, la que aporta la energía suficiente para que se mantenga el equilibrio entre suelo-atmósfera; otra de las condiciones indispensables es la precipitación, la cual es una componente fundamental en el ciclo del agua y otros ciclos biogeoquímicos. Tanto la radiación solar como la precipitación, dan lugar a la evapotranspiración. La evapotranspiración (ET), es el resultado de la transpiración de la vegetación y de la evaporación del agua del suelo y de la superficie de las plantas. Se medirá la ET directa separando sus componentes, que son, la transpiración de las plantas y la evaporación de suelo. Para conocer sus comportamientos se eligieron tres sitios de muestreo con condiciones meteorológicas diferentes, (principalmente radiación), un sitio tiene

radiación solar permanente a lo largo de todo el día, en el segundo, la radiación es de menos horas ya que las características de la zona evitan que la radiación solar sea tan incidente como en la zona anterior, en el tercero, la radiación es variable y generalmente baja por la densidad y altura de la vegetación circundante. Cada uno de estos sitios tiene condiciones de vegetación particulares. Los muestreos se realizan dentro de las temporadas de; lluvias, secas y la temporada intermedia entre estas. Este trabajo de investigación se realiza en la subcuenca del Mogor en el estado de Baja California, los sitios de muestreo están ubicados donde se encuentra la vegetación y suelos nativos, los cuales están medianamente perturbados por motivos antropogénicos. Se espera que, como mencionan algunos trabajos previos, la ET esté directamente relacionada con la conductancia estomática, que a su vez se relaciona con asimilación de CO₂ y por lo tanto con la producción primaria bruta. Con esto, se tendría un cálculo más detallado, que aporte valores confiables a la ecuación de balance hídrico para elaborar mejores planes de manejo tanto de vegetación, como de suelo y de agua.

CCA-35 CARTEL

RELACIÓN ENTRE LOS PRONÓSTICOS ESTACIONALES DE CICLONES TROPICALES DEL PACÍFICO NORORIENTAL Y LA AFECTACIÓN A MÉXICO

Cerda Carrillo Nely¹, Mireles Omar² y García C. Omar²

¹Universidad de Guadalajara

²UDG

nely_west@hotmail.com

México es uno de los pocos países en el mundo que puede ser afectado por ciclones tropicales de dos cuencas diferentes, y la cuenca del Pacífico Noroccidental es una de las cuencas más activas y menos estudiadas, aunado a esto los pronósticos estacionales son considerados por los tomadores de decisiones y medios de comunicación como herramientas deterministas para la toma de decisiones y asignación de recursos. En este trabajo se muestra que no existe una relación entre la cantidad de ciclones tropicales (tormentas tropicales más huracanes) que se forman cada temporada en la cuenca del Pacífico Noroccidental y los que afectan a México, mediante métodos estadísticos convencionales y análisis espectral.

CCA-36 CARTEL

LAS IMÁGENES DIGITALES DE LAS NUBES REPRESENTAN LA VARIABILIDAD EN EL ESPACIO DEL VAPOR DE AGUA PRECIPITABLE

Patino Paulina

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

paulina_pm@geociencias.unam.mx

Las imágenes digitales de las nubes pueden contener información sobre su contenido de vapor de agua. El procesamiento fractal de imágenes digitales de nubes permite extraer información sobre sus características intrínsecas. El propósito de este trabajo es realizar un análisis fractal sistemática y estandarizada de la morfología de las nubes a partir de imágenes digitales. Se presentan algunas imágenes tomadas en Juriquilla, México, y se describe la forma de calcular el exponente de Hurst de estas. Proponemos que existe una relación entre el exponente Hurst y el vapor de agua precipitable (PWV), calculados a partir de los datos del GPS (PWV-GPS). Mostramos algunos resultados preliminares de los patrones de las estimaciones utilizando técnicas estadísticas tradicionales.

CCA-37 CARTEL

EL TIEMPO METEOROLÓGICO EN LA ÉPOCA PREHISPÁNICA: EL IMPACTO DE LA CUENCA LACUSTRE DEL VALLE DE MÉXICO

Ruiz-Angulo Angel y López Espinoza Erika Danaé

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

angel@atmosfera.unam.mx

Este trabajo es un estudio preliminar sobre el tiempo meteorológico en el Centro de México a partir de la reconstrucción de la cuenca lacustre del Valle de México conformada por: el Lago de Texcoco, Xochimilco, Chalco, Xaltocan y Zumpango. El estudio se realizó con base en simulaciones numéricas empleando el modelo Weather Research and Forecasting (WRF). El uso de suelo del modelo fue modificado introduciendo la cuenca lacustre en los cuerpos de agua sin modificar la cobertura vegetal para la época prehispánica. Se realizaron simulaciones para un mes seco en modo pronóstico a 5 días en una malla de resolución horizontal aproximada de 7 km. Se analizan las variables de temperatura, viento y humedad relativa contra observaciones de las estaciones de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT).

CCA-38 CARTEL

THE POPOCATÉPETL'S VOLCANO ACTIVITY, ON 2012 AND 2013, AFFECTED THE AIR QUALITY OF PUEBLA CITY?

González Guevara José Luis, Díaz Pavón Carla Astrid y Sánchez Díaz María Elena

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

jose.gogu@gmail.com

In this opportunity we report measurements of atmospheric pollutants in Puebla City, including those registered during the period characterized by intense volcanic activity from Popocatepetl volcano between April and May, 2012 and 2013 both. We used the measurements of the stations belonging to Puebla City Atmospheric Monitoring Network (REMA, by its Spanish acronym). The data show that during the analyzed period, those volcanic emissions affected the air quality, increasing the indexes of pollution. We analyzed the results obtained according to the Mexican Official Norm and we can conclude there is a general increase in the concentration of criteria pollutants during volcanic activity, locally affecting Puebla City and metropolitan zone.

CCA-39 CARTEL

TEMPERATURE ANOMALY IN THE VOLCANO POPOCATÉPETL AREA, MEXICO

Kotsarenko Anatoliy¹, Grimalsky Volodymyr², Koshova Svitlana², Yutsis Vsevolod³, Lavana Cardenas Juan Carlos¹, Sojo-Amezquita Alonso¹ y Chávez Omar¹

¹UNACAR

²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM

³Applied Geosciences Department, Potosino Institute of Scientific Research and Technology

⁴División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ

kotsarenko@gmail.com

Anomaly changes in the diurnal behavior of the temperature measured in the near-surface soil (30-40 cm) in Tlaxiaco monitoring site, volcano Popocatepetl area, are presented. Results of statistical analysis show 2 essential changes for the temperature characteristics observed during 2007-2009 and 2013-2014 monitoring periods: 1.) Minimum and maximum of the diurnal temperature have moved approximately to the 14 LT and to midnight, 24 LT, respectively. Under the "normal" condition, the absolute minimum of daily temperature is observed during sunrise (about 7 LT) for the atmosphere measurements and with certain time lag (about 9 LT) for the measurements in soil (depending on the depth), and absolute temperature maximum is observed in time when Solar radiation is not enough to provide heating of the atmosphere (about 16 LT) or the Earth surface (about 17 LT). 2.) Dispersion of the residual temperature (24-hours running trend of the temperature substituted) is 6 times lower for the period of monitoring 2013-2014 in comparison with a period 2007-2009. In other words, a temperature variation between the maximum and minimum during the day became 6 times lower than it was before.

CCA-40 CARTEL

CUANTIFICACIÓN DE LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS PM10 PROVENIENTES DE LAS CALLES SIN PAVIMENTAR Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

Hernández Méndez Zuleyma Carolina¹, Díaz Nigenda

Emmanuel¹, Vázquez Morales Williams¹ y Tatarko John²

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

²Engineering and Wind Erosion Research Unit, USDA

zuleymachernandez@gmail.com

La contaminación atmosférica en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es un fenómeno poco estudiado, por lo cual no existe información suficiente para conocer el estado de la calidad del aire; considerando lo anterior, el presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar el impacto que tienen las partículas PM10 provenientes de las calles sin pavimentar como resultado de la acción erosiva del viento en la calidad del aire de la región. Durante el mes de febrero del 2014 se instalaron captadores de polvos BSNE (Fryrear et al, 1991) en las calles sin pavimentar de tres sitios diferentes de la ciudad, acompañados de una estación meteorológica para registrar la intensidad del viento a la cual se iniciaba el proceso erosivo. A partir de la información obtenida, se calculó el flujo y descarga de sedimentos de acuerdo a van Donk et al. (2003) para la cuantificación de las emisiones de PM10. Así mismo, fue instalado un MiniVol en los alrededores de los sitios de muestreo para la determinación de las concentraciones de partículas. Como parte de los resultados obtenidos, se identificaron los sitios con mayor potencial para la emisión del contaminante, así también se observó la influencia que presentan las características superficiales de las calles de cada sitio de muestreo en el comportamiento del viento y por consecuencia, en la resuspensión de las partículas. Respecto a las concentraciones de PM10 obtenidas durante el período de muestreo, en uno de los días se superó el límite máximo permisible establecido por la NOM-025-SSA1-1993 (120 µg/m³), además que cerca del 50% de los días monitoreados presentaron una concentración superior al valor de referencia establecido por la Organización Mundial de la Salud (50 µg/m³), por lo que se encontró que la calidad del aire para la ciudad se ve impactada por las emisiones de partículas provenientes de las calles

sin pavimentar. Por otro lado, se pudo observar que para esta temporada del año, el incremento en las concentraciones de PM10 se encuentra relacionado con el ingreso de los frentes fríos a la región sursureste del país, ya que estos influyen en el comportamiento de los flujos de viento locales.

CCA-41 CARTEL

CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE EVENTOS DE TORMENTAS DE POLVO EN LA PARTE CENTRO-NORTE DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE, DURANTE EL PERIODO 2002 AL 2013

Dominguez Acosta Miguel¹, Soto Diaz Adriana Beatriz¹, Gill Thomas E.² y Solis Sergio Saul¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ

²Universidad de Texas en El Paso
dominguel@gmail.com

Se evalúan las condiciones meteorológicas a escala regional (mezoescala), de los principales eventos de tormentas de polvo dentro del Desierto Chihuahuense identificados a través de imágenes satelitales (MODIS) durante un periodo de casi 10 años a partir del 2002. Durante este periodo se contabilizaron un total de 71 eventos de tormenta de polvo. Información meteorológica diaria de cerca de 10 estaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) es evaluada con la finalidad de identificar las características que definen meteorológicamente a cada uno de los principales eventos detectados. Las variables analizadas incluyen datos de temperatura, velocidad del viento y precipitación en un periodo de cinco días pre y post evento MODIS. Las tormentas de polvo representan eventos endémicos en el Desierto Chihuahuense, son prevalentes durante la temporada de secas, desde el mes de Noviembre hasta el mes de Mayo. Las partículas finas de aerosoles minerales emplazados a la atmosfera representan un riesgo para la salud de los habitantes en las poblaciones que se encuentran dentro del trazo de la pluma de dispersión de dichos eventos. Diferentes obras de infraestructura, al igual que la seguridad en tramos carreteros se ven comprometidas año con año a causa de la gran cantidad de sedimentos suspendidos en la atmosfera. Las condiciones climatológicas a escala sinóptica que causan estas tormentas, están asociadas principalmente a tres tipos de eventos meteorológicos. Durante el invierno, la entrada de frentes fríos provenientes de la parte norte del continente genera eventos cuyas trayectorias (plumas de polvo) varían alrededor de un componente principal de norte a sur. Desde el inicio de la primavera o un poco antes, la presencia de fuertes vientos asociados a la entrada del "Jet stream" (corriente de chorro) del Pacífico Norte, genera algunos de los eventos más intensos con trayectorias principales de oeste a este y de suroeste a noreste. Una condición alterna se presenta en pocas ocasiones durante el invierno, donde la entrada de un frente frío desplazado hacia el oeste, genera corrientes de viento con trayectorias que van de noreste a suroeste. La caracterización meteorológica de estos eventos podrá ser la base junto con información puntual (propiedades físico-mecánicas) de las fuentes emisoras de aerosoles minerales para idear un sistema de alerta temprana que permita prevenir a la población ante las constantes alertas por degradación de la calidad del aire en la cuenca atmosférica de Ciudad Juárez y El Paso durante estos eventos.

CCA-42 CARTEL

DISEÑAR UN FILTRO HECHO A BASE DE CASCARÓN DE HUEVO Y EVALUAR SU CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE CO2 EMITIDO POR FUENTES MÓVILES (AUTOMÓVILES PARTICULARES)

H. Peñañoza Yesenia
Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, UTVT
hp_yes@hotmail.com

Una de las principales problemáticas ambientales en la actualidad es debido a los gases que se producen por la quema de combustibles fósiles, que dañan gravemente a nuestro aire y por consecuencia a todo ser vivo, la mayoría de los combustibles fósiles se utilizan en el transporte, y como resultado las fuentes móviles, es decir los automóviles, emiten un alto porcentaje de contaminantes atmosféricos; entre ellos el CO2 (dióxido de carbono) debido a que es generado por cualquier motor de gasolina que utiliza un convertidor catalítico. Por consiguiente; se busca mediante el empleo de la biotecnología una alternativa para disminuir el CO2 con la aplicación del cascarón de huevo como adsorbente. Este material, que consiste principalmente en carbonato de calcio, es uno de los materiales naturales más absorbentes. Con base en estas características se realizó un filtro a base de cascarón de huevo, el proceso de filtración el aire contaminado pasa a través de los macro poros del material filtrante. El filtro fue colocado en el tubo de escape de la fuente móvil. Este instrumento no daña al motor ni la salida de las emisiones causadas por la quema del combustible. Las variables con las que se estuvo trabajando son; flujo y velocidad del aire en el escape, temperatura en la fuente, diámetro de partícula del CaO y tiempo de contacto del adsorbente con el contaminante. En tiempo de contacto se estableció de días. Se realizó un tratamiento térmico al cascarón para poder obtener el óxido de calcio (CaO). Los parámetros que se determinaron para la evaluar la capacidad de adsorción de CO2 son; pH (previo y después a a colocación en la fuente), y como método indirecto se cuantifico volumétricamente la cantidad de Carbono Orgánico Total (COT). Así mismo se calculo en coeficiente de permeabilidad del CaO. Como parte de los resultados, se tuvo una variación de

pH del adsorbente, es decir, el CaO tiene de manera teórica y práctica un pH en el rango de 12. Así mismo de la referencia bibliográfica el pH del dióxido de carbono se encuentra en un rango de 3.6 y 8.4, las muestras expuestas al tubo de escape muestran una disminución de pH, comprobando de manera cualitativa que si existe la presencia de dióxido de carbono y otros compuestos adicionales. Respecto al %COT su obtuvieron cantidades exiguas ya que va en relación al tiempos de contacto, que fue de uno y tres de tiempo por lo que se puede considerar que el tiempo de vida útil del filtro es mucho más larga a los tres días de contacto. Referente al coeficiente de permeabilidad del óxido de calcio se estableció en un rango muy permeable. Con base en los resultados se concluye que el filtro hecho a base de cascarón de huevo si funciona como adsorbente de CO2

CCA-43 CARTEL

"ANÁLISIS DE PATRONES DE CIRCULACION Y TEMPERATURAS EN MEXICO, ASOCIADO AL CALENTAMIENTO GLOBAL CON UN MODELO CLIMATICO GLOBAL (EDGCM, NASA/GISS)"

Guillermo Montiel Juan Carlos y Hernández Rosales Arturo
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
ggm_215@hotmail.com

Ante el incremento de gases hacia la atmosfera tales como: Metano, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Clorofluorocarbonos los cuales permanecen largos periodos de tiempo en ella, y en mayor cantidad al Bióxido de Carbono (CO2) principal agente destructivo de nuestra atmosfera, estos causan un deterioro dentro del equilibrio natural del ciclo meteorológico, generando una modificación en las variables climatológicas, causando severas afectaciones de manera directa e indirecta en la población a nivel mundial. Para analizar este tipo de factores; hemos utilizado el modelo climático EdGCM, la cual nos permite representar gráficamente el comportamiento de diversas variables climatológicas, así como proyecciones estadísticas en diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Nos hemos enfocado en las variables climatológicas de Radiación Solar, Albedo Terrestre, Temperatura Superficial del Aire, Evaporación y Precipitación, por la interconexión directa entre ellas, considerando los parámetros actuales de emisiones de CO2 a nivel global y con proyecciones hasta el año 2100. Así mismo, para verificar la veracidad de tales cambios, se usaron datos proporcionados por el SMN de estaciones meteorológicas ubicadas en el estado de Veracruz, así como datos facilitados por la DIGAHOH y el IOGMC de la SEMAR, con jurisdicción desde Tecoluitla Veracruz hasta Frontera Tabasco, se llevó a cabo un reanálisis para observar cual ha sido el comportamiento presentado en las variables climatológicas mencionadas en las últimas décadas. Lo anterior, con la finalidad de buscar una comparativa entre las proyecciones estadísticas que parten desde el año 1958 y los datos crudos analizados, misma que nos permitirán dar una mayor certeza a las proyecciones estadísticas obtenidas. Gracias a los datos de la SEMAR, es posible analizar un patrón de comportamiento del nivel del mar, con los perfiles de playa, para corroborar un incremento en el nivel del mar, que pueda generar afectaciones graves a las ciudades costeras del Golfo de México, directamente influenciado por el Cambio Climáticos.

CCA-44 CARTEL

ANÁLISIS DE PATRONES DE CIRCULACIÓN Y TEMPERATURA EN LA ZONA COSTERA DEL PACÍFICO DE MÉXICO ASOCIADOS AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Hernández Rosales Arturo y Sánchez Sánchez Paloma Tonally
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
ahernandezro@ipn.mx

Como sabemos, el clima representa un sistema caótico y bastante complicado para su estudio; sin embargo, es fundamental conocer el origen de las alteraciones que ocurren en nuestro planeta Tierra. El balance de energía como parámetro principal en el sistema terrestre con el paso del tiempo se ha modificado considerablemente. Si se contempla como escenario principal del clima a la atmósfera, y las variaciones de temperatura y humedad en términos de variabilidad climática, resulta posible un acoplamiento de dicha variación dentro del fenómeno del cambio climático. En los últimos años, es notable el interés común del estudio del comportamiento de los diversos fenómenos meteorológicos extremos tan continuos e intensos de los que hemos sido testigos y que, en mayor frecuencia, han estado ocurriendo en estados costeros como Guerrero, Michoacán y Colima, por ejemplo. Esto nos lleva a pensar en la vulnerabilidad que nos aqueja ante el cambio climático y el gran impacto que esto representa para nuestro país. Con el objetivo de analizar tales efectos, y preocupados por las consecuencias reflejadas en las tendencias actuales de la distribución de vientos y las variaciones de temperatura, se utilizó el modelo WRF para representar tendencias de temperatura, viento, precipitación y humedad relativa de algunas zonas, particularmente del este de la República Mexicana, cuya veracidad se compara con datos proporcionados por la DIGAHOH-IOGMC-SEMAR, SMN y CFE, dentro del periodo comprendido entre 1996-2013, resultando de gran importancia para comparar las tendencias climatológicas relacionadas en la porción del Océano Pacífico que toca al territorio mexicano; la aleatoriedad de los sistemas termodinámicos que interactúan para dar origen a las condiciones meteorológicas que impactan en dicha zona, y que da lugar a interrogantes sobre la

variabilidad climática imperante en la actualidad. Para nuestro estudio se consideran las distribuciones estacionales y temporales debido a la ausencia de datos en periodos de estabilidad atmosférica.

La incipiente medición de la longitud y ancho de las venas, pudiera aportar nuevos datos sobre su posible variabilidad.

CCA-45 CARTEL

ANÁLISIS DE VARIACIONES CLIMÁTICAS ASOCIADAS A PATRONES DE CIRCULACIÓN DE LA INTERACCIÓN OCÉANO-ATMÓSFERA EN LA ZONA COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO

Hernández Rosales Arturo y Ortega Vega Oswaldo René
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra
ahernandezro@ipn.mx

La comprensión científica del clima respecto al comportamiento físico del océano es uno de los mayores retos que enfrenta hoy en día la física de la atmósfera. Es de nuestro conocimiento que el océano interviene en la dinámica atmosférica mediante transferencias de masa, momento y energía a través de la superficie del mar (interfaz océano-atmósfera). Además, proporciona la retroalimentación que conduce a cambios graduales en la atmósfera. Desafortunadamente, aún en la actualidad no se tiene una clara comprensión de la teoría de flujos no-lineales y turbulentos en el océano, razón por la que se utilizan diversas aproximaciones de las ecuaciones de movimiento en la atmósfera. Es preciso mencionar que los modelos numéricos incluyen solo aproximaciones, las cuales, permiten interpolar observaciones en tiempo y espacio. Estos modelos son usados para pronosticar el comportamiento de la atmósfera, las corrientes oceánicas, mareas, oleaje, entre otras variables. El estudio que mostramos aquí, consiste en el análisis de la influencia de los principales patrones de circulación océano-atmósfera en la actual variabilidad climática que presenta la zona costera del Golfo de México, utilizando los datos meteorológicos y oceanográficos proporcionados por el SMN y la DIGAOHM-IOGMC-SEMAR, así como los reanálisis y salidas del modelo oceánico HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model). Es de vital importancia contar con este tipo de estudios dado que se contribuye a una alerta temprana sobre los eventos meteorológicos extremos tales como: sequías, ondas de calor, incendios forestales, huracanes, tormentas, asociados al cambio climático. Por lo tanto, nuestro objetivo es señalar las posibles repercusiones de dichos eventos meteorológicos y oceanográficos (aumento del nivel del mar, ciclones más intensos) en los estados del litoral del Golfo de México.

CCA-46 CARTEL

INHOMEGENEIDADES Y TENDENCIAS NO-LINEALES DE LA TEMPERATURA EN ALTURA SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO

Contreras Ana Delia y Álvarez Oscar
Universidad Veracruzana, UV
anacontreras@uv.mx

Dentro del marco del problema de validación de una climatología de altura de la atmósfera sobre la Ciudad de México, se analizan tanto las inhomogeneidades, como las tendencias no-lineales de la temperatura registrada en las bases de datos aerológicas históricas. Tanto la temperatura ambiente, como la temperatura de punto de rocío ofrecen tendencias aleatorias en los niveles de 500, 250 y 100 Hpa. Este rasgo resultó más acentuado en los periodos intraestivales y siempre en los niveles atmosféricos de mayor altura. Por otro lado, durante el invierno aparecen inversiones y demás fluctuaciones en los termodiagramas, sólo en los niveles más bajos. Con base en algoritmos de análisis estadístico avanzado, se propone un esquema general de validación numérica de las inhomogeneidades, así como un método posible de remediación de discontinuidades. Esto siguiendo el objetivo de lograr homologar las bases de datos existentes hacia un mismo nivel de representatividad física.

CCA-47 CARTEL

CONSTRUCCIÓN DE UNA CLIMATOLOGÍA DE GRANIZO/GRAUPEL EN MÉXICO

Contreras Ana Delia¹ y Álvarez Oscar²
¹Universidad Veracruzana, UV
²UV
anacontreras@uv.mx

Dado que los hidrometeoros de partículas frías en superficie no han recibido un tratamiento estadístico preciso y completamente eficiente, se proponen una metodología de diseño y un banco de información exclusivo para registrar graupel y granizo sobre la República Mexicana. El escaso entrenamiento del personal de observatorios, así como la disponibilidad de materiales para registrar diámetros y densidad, son factores que han venido generando incertidumbre en la información pública. Esto tiene como consecuencia inmediata la escasa comprensión de los casos de tormentas severas, sobre todo en las regiones centro y sur del país. La introducción de la categoría graupel/granizo resulta en principio más adecuada para documentar eventos donde no resulta posible la identificación de la partícula fría.

Sesión Regular

Exploración geofísica

Organizadores:

Marco A. Pérez Flores

Claudia Arango Galván

EG-1

TOMOGRFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA DETECCIÓN DE ZONAS ESTABLES EN EL CAMPUS IXTACZOQUITLÁN DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Montiel Álvarez Aideliz Marimar¹, Cifuentes Nava Gerardo²,
Hernández Quintero Juan Esteban³ y García Serrano Alejandro³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Facultad de Ingeniería, UNAM

amma.4gby@gmail.com

El Instituto de Geofísica en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la UNAM, a petición de las autoridades de la Universidad Veracruzana (UV), realizó un estudio en el terreno del Campus Ixtaczoquitlán mediante métodos geofísicos de exploración somera, con el objetivo de determinar los patrones del flujo de agua y la distribución de materiales geológicos para evaluar si es factible, o no, seguir construyendo en este lugar. El campus de la UV cuenta actualmente con tres edificios construidos sobre un terreno principalmente constituido de arcillas sobre yaciendo a una formación de caliza. Debido a que es una zona de alta precipitación y al comportamiento de las arcillas ante la presencia de agua, se han dado problemas estructurales en los tres edificios tales como fracturamiento, subsidencia y filtración. Se presenta el estudio de Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D y 3D donde se llevó a cabo el levantamiento de 14 líneas paralelas separadas a 40 metros entre ellas, utilizando los arreglos Wenner - Schlumberger y Equatorial con separación eléctrica de 10 metros teniendo longitudes desde 110 hasta 470 metros, según lo permitieron los límites del terreno. Los resultados muestran la presencia de dos unidades geoelectricas, la superficial con resistividades bajas que atribuimos a las arcillas y debajo de ésta, otra capa con resistividades más altas atribuida a la Formación Orizaba que está constituida por calizas; se detectó en ambas capas zonas de resistividades más bajas en un rango tal que puede atribuirse a una concentración de agua así como una pequeña zona en la que la formación de calizas aflora.

EG-2

EL USO DE LA TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA TRIDIMENSIONAL (TRE-3D) Y RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE (GPR) EN LA EVALUACIÓN DEL SUBSUELO COMO APOYO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES URBANAS

Hernández Quintero Juan Esteban¹, Chávez Segura Rene Efraín¹ y Cifuentes Nava Gerardo²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
estebanh@geofisica.unam.mx

Se presenta en este trabajo el ejemplo de un estudio Geofísico de Resistividad Eléctrica Tridimensional (TRE-3D) que el grupo de Exploración Geofísica ha concebido y probado desde hace algunos años; con el fin de avalar los resultados del estudio de geotecnia realizados en una área cercana al Bosque de Chapultepec; específicamente para la construcción de una estación de servicio. El efecto de oquedades y túneles asociados a minas antiguas y a la erosión por efecto del agua potable o de drenajes que se originan en tuberías subterráneas rotas, no permitía dar un panorama certero del subsuelo. Esto generó cierta incertidumbre en el diseño de la cimentación de esta construcción en particular. Esta metodología se eligió en función de su capacidad de resolución de fracturas, así como penetración en el subsuelo de una zona con estas características geológicas. Tres perfiles entre 20 y 30 metros de longitud, fueron suficientes para mediante la combinación de los cuádrupolos medidos, obtener varios cubos de resistividad. De manera paralela, se realizó un levantamiento de tres perfiles de Geo-Radar sobre los mismos perfiles de TRE, utilizando dos antenas; una de 270 MHz y otra de 70 MHz de frecuencia. Esto con el fin de comparar los resultados de un estudio previo, el cual reportaba profundidades promedio de las cavernas entre los 2.9 y los 11 metros. Aunque se han observado ciertos problemas en los distintos tipos de suelos de la Ciudad de México, el Geo-radar tuvo una respuesta electromagnética adecuada en las zonas someras no saturadas. La combinación adecuada de los métodos de GPR y de TRE-2D y -3D hizo posible la caracterización del subsuelo en el predio estudiado. Mediante las técnicas geofísicas empleadas, fue posible inferir los principales rasgos estructurales a profundidades de entre 6 y 7 metros; que pueden representar un peligro para la construcción prevista en el área de estudio. Es importante hacer notar, que tanto las zonas que muestran materiales fuertemente saturados (baja resistividad), como los cuerpos altamente resistivos (cavidades) representan un riesgo para cualquier tipo de construcción que se desee edificar en este predio. Es importante tomar las medidas de remediación adecuadas (relleno de cavidades, colocación de una red de drenaje adecuada) para que el subsuelo del predio estudiado pueda soportar la infraestructura que requiere la estación de servicio planeada. Finalmente y para la adecuada comprobación del estudio, se realizaron excavaciones en donde se corroboró la existencia de las cavidades que pueden presentar un riesgo para la construcción del proyecto definitivo en esta área urbana de la ciudad de México.

EG-3

BÚSQUEDA DE FALLAS UTILIZANDO SÍSMICA, GEORADAR Y RADÓN EN EL TECNOLÓGICO DE MEXICALI, B.C.

González Fernández Antonio¹, Lázaro Mancilla Octavio², Contreras Corvera

Alma Angelina², Stock Joann Miriam³, Ramírez Hernández Jorge², Reyes

López Jaime Alonso², Carreón Díazconti Concepción² y López Dina L.⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior

de Ensenada, CICESE, División de Ciencias de la Tierra

²Instituto de Ingeniería, UABC

³Caltech, Division of Geological and Planetary Sciences

⁴Ohio University, Department of Geological Sciences
mindundi@cicese.mx

En el Tecnológico de Mexicali, B.C., se tienen reportes de la presencia de grietas en el terreno y daños estructurales que se produjeron como resultado del sismo de magnitud 7.2 del 22 de abril de 2010. También se conocen fallecimientos por cáncer de pulmón, que pudieran estar relacionados con la liberación de radón facilitada por la presencia de fallas. Para intentar localizar estas fallas, se llevaron a cabo un levantamiento de sísmica de reflexión multicanal, uno de georadar de offset común y mediciones de concentración de gas 222Radón sobre una línea al norte del campus que comunica los campos deportivos. Para el levantamiento sísmico se utilizó un sismómetro StrataVisor de Geometrics y un cable de registro terrestre de 24 geófonos. Los geófonos, espaciados 1 m, estaban instalados en placas de acero. Como fuente de energía se utilizó un marro de 3.6 kg, con tres impactos por punto de tiro, en configuración unilateral, con tiros espaciados 2 m y con offset inicial de 2 m. Se registraron 347 tiros. Se grabó 1 s a 2000 muestras por segundo y se obtuvieron reflejos hasta unos 0.3 s de tiempo doble de viaje. En la sección sísmica resultante se observan variaciones laterales, algunas debidas a cambios en la infraestructura superficial, al pasar de terracería a campos de deportes, pero se observan otros cambios laterales que se asocian a la presencia de fallas. Para el levantamiento de georadar se utilizó un radar RAMAC CUII de Mala Geoscience con antenas transmisora y receptora de 100MHz separadas 1 m. La distancia entre mediciones fue de 0.25 m. Se registraron 2679 trazas sobre la línea de sísmica. La ventana de tiempo fue de 300 ns por cada disparo, con 310 muestras por traza y una frecuencia de muestreo de 1021 MHz, con apilado de 32. Los reflejos se obtuvieron hasta 60 ns de tiempo doble de viaje. Se pudo observar en los datos cambios laterales en las trazas, similares y casi coincidentes con la sísmica de reflexión. Para los datos de 222Radón en suelo se utilizó la técnica de espectrometría alfa del detector electrónico RAD7 de DurrIDGE Company, ya que monitorea de forma continua las concentraciones de 222Radón, convirtiendo la radiación alfa directamente en una señal eléctrica. Las mediciones se realizaron a una profundidad de 60 cm. Cada medición fue realizada en 31 lecturas de 5 minutos con una duración total de 3 horas, incluyendo la purga del RAD7 de 10 minutos y la corrida de tres ciclos de lectura de background, de cinco minutos cada una. La concentración promedio de gas 222Radón a ambos lados de la zona de falla muestra un cambio de un orden de magnitud lo cual nos indica que las mediciones realizadas dan indicio de la presencia de la misma. Adicionalmente se levantaron al sur otras estaciones de gas 222Radón y se obtuvieron valores mayores a 58 pCi/L lo cual indica que puede haber otras fallas o fracturas del terreno en el mismo campus.

EG-4

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE UN MONTÍCULO ARQUEOLÓGICO POR MEDIO DE MÉTODOS ELÉCTRICOS Y MAGNETOMÉTRICOS EN XALASCO, TLAXCALA.

Sequera Jimenez Francisco Javier¹, Aguirre Díaz Juan Pablo¹, García Serrano Alejandro², Esteves Robles Sandra¹ y Argote Espino Denisse²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH
frank016_ccpr@hotmail.com

Este estudio fue realizado con el apoyo del Instituto Nacional de Antropología e Historia en el sitio arqueológico de Xalasco, en el municipio de Atlazayanca, Tlaxcala. La finalidad era caracterizar un montículo y sus inmediaciones a través de levantamientos de prospección eléctrica y magnetométrica que permitan al INAH identificar zonas de interés proporcionadas por los resultados geofísicos del estudio. El sitio de Xalasco fue un asentamiento humano multiétnico durante el periodo Clásico mesoamericano entre el año 200 A.C. y 200 D.C., cuya ubicación geográfica le permitió aprovechar el flujo de materiales provenientes de Teotihuacán hacia el Golfo de México. El montículo caracterizado es una estructura de 60x60 metros con una altura de 4 metros, ubicada en el centro de un terreno en el que se siembra con tractor y arado, lo cual ocasiona que los materiales presentes en la zona sufran de un continuo deterioro y dispersión. El estudio Eléctrico comprendió tres líneas de tomografía eléctrica resistiva 2D y un arreglo de tomografía eléctrica resistiva 3D, colocados encima y alrededor del montículo; aquí el objetivo fue determinar el método de construcción de la estructura arqueológica. En el estudio de Magnetometría se realizó una malla conformada por 30 líneas de aproximadamente 250 metros de longitud y una separación de 10 metros entre líneas, en la parte central de la malla se localizaba el montículo, esto con el fin de obtener la firma de la anomalía magnética del montículo y localizar otras posibles zonas de interés en el sitio.

EG-5

INVERSIÓN DE MEDICIONES DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA CON APLICACIÓN EN ARQUEOLOGÍA

Arellano Castro Rocío Fabiola¹, Gómez Treviño Enrique²,
Méndez Delgado Sóstenes² y Pérez Flores Marco Antonio³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
rarellan@cicese.edu.mx

La interpretación de mediciones de susceptibilidad magnética (SM) que se realizan con equipos que emplean dos bobinas separadas puede presentar importantes retos a la imaginación si se realiza en forma cualitativa. Esto sucede principalmente cuando las anomalías en el subsuelo tienen dimensiones menores que la separación entre bobinas. En tales casos los mapas o imágenes bidimensionales de SM aparente pueden no parecerse a la distribución de la susceptibilidad en el subsuelo. Tanto el modo de dipolos magnéticos verticales (DMV) como el de dipolos magnéticos horizontales (DMH) producen anomalías complicadas de SM aparente que ameritan su interpretación cuantitativa en términos de la distribución de SM del subsuelo. En este trabajo consideramos una distribución superficial que puede variar horizontal pero no verticalmente. Las mediciones corresponden al equipo conocido como EM-38, el cual opera con dos separaciones de 0.5 y 1 m. El problema directo se plantea como una convolución bidimensional entre la sensibilidad espacial del instrumento y la distribución de SM en el subsuelo. Se suponen mediciones sobre una rejilla rectangular tanto de DMV como de DMH. En otra rejilla aparte se define la distribución de SM, la cual se recupera mediante programación cuadrática aplicando criterios de regularización. Se presentan ejemplos con datos sintéticos para validar el proceso de inversión así como aplicaciones a una zona arqueológica en Baja California.

EG-6

MAPEO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS DE ATENUACIÓN NATURAL EN UN SITIO CONTAMINADO POR URANIO

Bücker Matthias¹, Flores Orozco Adrián² y Williams Kenneth H.³

¹Universidad de Bonn, Alemania

²Viena Universidad de Tecnología, Austria

³Lawrence Berkeley National Laboratory, EE. UU.
buecker.matthias@yahoo.de

Experimentos a escala de campo en el Integrated Field Research Challenge site (IFRC) en Rifle, Colorado (EE. UU.) manejado por el Departamento de Energía de los EE. UU. (DOE) han demostrado la posibilidad de inmovilizar la pluma de uranio en un acuífero somero estimulando microorganismos reductores de hierro por medio de inyecciones de carbono orgánico. Además, mediciones repetidas de polarización inducida (PI) durante los experimentos de inyección de carbono orgánico han revelado anomalías correlacionadas con cambios geoquímicos producidos por la actividad microbiana estimulada, tales como la precipitación de minerales (p.ej. FeS) y la acumulación de iones reactivos electroactivos (Fe(II)). El IFRC está localizado en una llanura de inundación del Río Colorado por lo que el acuífero presenta zonas con depósitos fluviales ricos en materia orgánica, en las que se espera la estimulación natural de los microorganismos. De tal manera que estas 'zonas naturalmente reducidas' (NRZ por sus siglas en inglés) también se caracterizarán por la inmovilización del uranio y la acumulación de biominerales capaces de generar respuestas anómalas en las mediciones de PI. En este trabajo aplicamos mediciones tomográficas de PI para delinear NRZ a escala de la llanura de inundación. Se presentan los resultados de 70 líneas independientes de PI en el dominio del tiempo distribuidas en un área total de aproximadamente 5 ha. La comparación con datos litológicos obtenidos a partir de pozos de exploración así como los resultados de los análisis realizados en muestras de suelo y agua subterránea demuestran la capacidad del método para caracterizar NRZ que son de gran importancia para predecir (modelar) el transporte y la atenuación de uranio.

EG-7

FUENTES ENFOCADAS EN LA POLARIZACIÓN INDUCIDA Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA APLICADAS EN LA LOCALIZACIÓN DE ACUMULACIÓN DE METALES, EN UNA PARCELA DE CULTIVO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

López Aide y Tejero Andrade Andrés
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
aideelg@gmail.com

Los datos obtenidos mediante resistividad y polarización inducida (PI) en los levantamientos geoelectrónicos dependen de las características intrínsecas del medio y también son afectados por las fuentes de ruido como son los acoplamientos electromagnéticos (EM), telúricos y contaminación de canales. Hasta ahora se han propuesto diferentes maneras de disminuir el ruido en las lecturas y mejorar la interpretación, desde modelos matemáticos de ruido basados en datos de campo, ajustes en la forma de onda de la corriente en modelos de inversión, cambios sobre los arreglos electródicos en campo, cambios de materiales en los electrodos

así como también el uso de dos fuentes enfocadas. En el uso de dos fuentes enfocadas se ha logrado disminuir el ruido telúrico, el acoplamiento EM y la contaminación de canales considerando solamente en la segunda diferencia de potencial la disminución de este ruido, dejándose sin resolver la disminución del ruido en la primera diferencia de potencial, la cual funge como normalización. Se proponen dos nuevos parámetros tanto resistivos como de PI, basados en las segundas diferencias con el empleo de dos fuentes enfocadas por simultaneidad. La corriente se enfoca verticalmente al punto de atribución asignado. Con lo anterior se realizó un programa de modelación con dos semiespacios separados por una frontera vertical, el cual arrojó pseudosecciones de resistividad y cargabilidad enfocados aparentes que delimitan muy bien la frontera sin necesidad de invertir. La metodología propuesta se evaluó en un sitio agrícola regado con agua residual en el municipio de Tlahuelilpan estado de Hidalgo, México, con los cuales se interpretaron anomalías y se obtuvieron muestras de suelo para su posterior análisis de contenido de metales, humedad y textura con los cuales fueron correlacionadas. A manera de comparación, se obtuvieron las secciones invertidas tradicionalmente con los datos de fuentes independientes. Las pseudosecciones de los nuevos parámetros enfocados presentaron mejor definición de fronteras horizontales (localización y profundidad del tepetate), así como la localización de zonas con metales (6 de 8 metales), con respuestas típicas de la industria minera: bajas resistividades y altas cargabilidades.

EG-8

INVERSIÓN CONJUNTA DE VARIOS SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS A UN SEMIESPACIO ESTRATIFICADO CON POLARIZACIÓN INDUCIDA

Bonilla Gutiérrez Yohana y Flores Luna Carlos
CICESE
ybonilla@cicese.edu.mx

Una de las configuraciones más simples para hacer un sondeo electromagnético transitorio (TDEM) es ubicando la bobina receptora en el centro de la espira transmisora. Sin embargo, también se pueden realizar varios sondeos situando el receptor en diferentes puntos no-centrales, dentro y/o fuera de la espira. Lo anterior tiene como objetivo tener un mapeo más detallado de la estructura eléctrica del subsuelo y además, tener más datos para constreñir mejor los modelos calculados. En este trabajo se presentan la implementación y resultados de la inversión conjunta de sondeos TDEM a medios homogéneos o estratificados, donde la resistividad de cada medio es dispersiva, es decir, cuando los datos están afectados por Polarización Inducida. Para definir la dependencia de la resistividad con la frecuencia se usa el modelo Cole-Cole. El término inversión conjunta se refiere a varios sondeos realizados con una sola espira transmisora fija o a sondeos realizados en un mismo punto con varias espiras transmisoras. Se muestran resultados de inversiones conjuntas de datos de sondeos TDEM levantados sobre el yacimiento de pórfido de cobre de El Arco, Baja California. Se usaron 12 espiras rectangulares contiguas de 300m por 150m, midiendo en la mayoría de los casos 7 sondeos por cada espira. Si en esta zona el subsuelo fuera realmente 1D (homogéneo o en capas), la inversión conjunta de datos en cualquiera de las dos modalidades (Transmisor fijo o Receptor fijo) daría el mismo modelo estratificado. Sin embargo, si la distribución de los parámetros eléctricos es 3D, los modelos invertidos en las dos modalidades, mostrarán diferencias. Se muestran resultados que sugieren que la distribución real de los parámetros es 3D.

EG-9

MODELADO DIRECTO 3D DEL TENSOR GRAVIMÉTRICO EN CÓMPUTOPARALELO IMPLEMENTADO EN GPU, A TRAVÉS DE CUDA

Colchado Casas Juan Carlos, Nava Flores Mauricio y Huante Arana Francisco Enrique
Facultad de Ingeniería, UNAM
jucacolchado@yahoo.com.mx

El modelado geofísico 3D tiene como fin calcular la respuesta de un campo físico terrestre de interés a partir de un modelo representativo del subsuelo, lo cual puede ser útil en el proceso iterativo de interpretación asistida de datos adquiridos o en la inversión de dichos datos. En este trabajo se presenta un método para realizar el cálculo directo del tensor gravimétrico en uno o varios puntos de observación, partiendo de las expresiones que permiten calcular el potencial gravitacional de cuerpos con distribución de densidades volumétricas arbitrarias. El método propuesto para realizar el modelado 3D de un medio con geometría compleja, se basa en la discretización del medio en prismas elementales, proponiéndose uno o más puntos de observación. Este método requiere un alto costo computacional debido a que el efecto gravitacional de cada uno de los prismas, dado por seis diferentes componentes del tensor gravimétrico, debe ser calculado en todos y cada uno de los puntos de observación, lo cual resulta en un elevado número de operaciones y tiempo de ejecución al implementarse en forma secuencial. Para superar esta gran limitación, se propone el uso de librerías de programación en paralelo, específicamente el uso de procesadores gráficos (GPU) por la gran cantidad de núcleos disponibles, a través de programas en memoria gráfica (CUDA). El método de cómputo paralelo propuesto fue comparado con

respecto a su ejecución secuencial con resultados favorables, lo cual conlleva a la recomendación del uso de cómputo de alto rendimiento en problemas con altos costes computacionales.

EG-10

INVERSIÓN DEL TENSOR GRAVIMÉTRICO POR RECRISTALIZACIÓN SIMULADA

Nava Flores Mauricio¹, Ortiz Alemán José Carlos¹, Colchado Casas Juan Carlos¹ y Huante Arana Francisco Enrique²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
mauricio.nava@gmail.com

Se presenta un algoritmo de inversión 3D simultánea de las componentes independientes del tensor de gradiometría gravimétrica por un método heurístico tipo recristalización simulada, optimizado a través de paralelización parcial, aceleración del cálculo directo y aumento de la eficiencia del criterio de Metrópolis en cada reducción de temperatura. El algoritmo diseñado se aplica a modelos de distribución de densidades 3D sin límite de complejidad, discretizados a través de ensambles de múltiples prismas regulares. Fue comparado con un algoritmo similar aplicado únicamente a la componente vertical de la gravedad, en modelos sintéticos con el fin de cuantificar su rendimiento, analizar sus limitaciones y diseñar su implementación con restricciones, obteniéndose resultados satisfactorios. Finalmente se aplicó el algoritmo de inversión diseñado a datos correspondientes al domo salino Vinton ubicado en Louisiana, E. U. A. Los resultados son coherentes con otros estudios recientes y demuestran la efectividad del algoritmo de inversión propuesto.

EG-11

GRAVIMETRÍA EN LA REGIÓN DE MILPA ALTA, DISTRITO FEDERAL PARA DELIMITAR UNA FALLA ACTIVA W-E

Rubi Eric^{1,2}, Salazar Peña Leobardo³, Lozada Antonio³ y Barrios Adriana³

¹Instituto Politécnico Nacional

²Servicio Geológico Mexicano

³Instituto Politécnico Nacional, IPN
eralpha_89@hotmail.com

Con la instalación y ampliación de las redes sismológicas en el área de la Cuenca de México, es posible registrar la actividad sísmica dentro y en torno del Distrito Federal. Los sismos presentados en la Cuenca de México se cuantifican en magnitudes de 2.0 a 3.5, con profundidades variables que van de 2 a 15 km. Sus mecanismos focales son de variada solución. Una zona particular que ha manifestado actividad sísmica local es la zona de Milpa Alta, ubicada al Sur de la Cuenca de México. Desde el año 2000 se han presentado eventos sísmicos de magnitud que oscilan entre 2.5 y 3.5 con profundidades entre 5.0 y 6.5 km. Para estos sismos se dispone con la información de las coordenadas del epicentro, la profundidad, la magnitud y el mecanismo focal de cinco eventos principales. Estos parámetros se retomaron y graficaron para analizar su distribución y basados con su mecanismo focal, se planeó un perfilado gravimétrico para delimitar la falla existente en la zona. El punto de partida para planear los perfiles gravimétricos fue el análisis de la solución del mecanismo focal dominante en los cinco eventos de Milpa Alta. La falla en la zona predomina con un rumbo W-E y es de carácter normal con componente lateral izquierdo. Basándose en esto, se planearon dos perfiles gravimétricos con dirección predominante N-S, uno ubicado en la parte Oeste y el otro ubicado en la parte Este de la zona de sismicidad. Los perfiles gravimétricos se obtuvieron con un gravímetro con resolución en microgals y estaciones espaciadas entre 1 y 2 km. Los perfiles tuvieron cada uno una longitud aproximada de 18 km y cortaron la prolongación del plano de falla al Oeste y al Este. Los datos se redujeron para obtener la anomalía de Bouguer. En la modelación de los datos gravimétricos para obtener un modelo interior, se utilizó el mecanismo focal de la falla para proponer un modelo inicial. Se dedujo la existencia de una falla normal local y profunda de no muy grandes proporciones en su longitud de falla para pensar en un sismo futuro de mayor magnitud. Debido a la existencia de un volcán cercano en la zona, se deberá continuar monitoreando para registrar indicios de actividad volcánica, si pudiera existir en algún momento. Para tal efecto, y alternando la adquisición gravimétrica, se inició con el registro sísmico en la zona empleando una estación temporal.

EG-12

ESTUDIO GRAVIMÉTRICO DEL VADO DEL RÍO EN HERMOSILLO, SONORA, PARA EVALUAR RIESGOS GEOLÓGICOS

Miranda Ramos José Fernando y Martínez Retama Silvia

Universidad de Sonora, UNISON

ing.fernando_miranda@hotmail.com

El objetivo de este estudio es evaluar el riesgo geológico a lo largo del Vado del Río, en Hermosillo, Sonora, ocasionado por la posible existencia de fallas geológicas y cavidades subterráneas, atribuidas a procesos cársticos que se han desarrollado. El área de estudio está situada sobre una planicie de sedimentos de aluvión del Cuaternario, conformada principalmente por gravas, arenas, limos y arcillas. En la

parte este del área, afloran calizas recristalizadas y mármoles masivos, donde se ha ubicado la entrada a la mayor manifestación de los procesos cársticos, la cual es denominada la "Cueva de Santa Martha", ubicada en el "Cerro de la Cementera". El estudio consistió en un levantamiento gravimétrico a lo largo de 7 perfiles separados 630 m aproximadamente, con orientación N-S transversales al Vado del Río. Se registraron 108 estaciones con un espaciamiento de 300 m, cubriendo una superficie de 35 km². Para obtener el modelo de elevación digital, se realizó un levantamiento topográfico, el cual se complementó con el uso de datos vectoriales escala 1:20,000. Para determinar la densidad de los sedimentos, se tomaron muestras de campo mediante la ejecución de sondeos con equipo manual, obteniendo una densidad de 2.07 gr/cm³. Se realizó también la toma de muestra de mano de diferentes tipos de rocas de los afloramientos y se determinó una densidad relativa de 2.59 gr/cm³. Los perfiles fueron corregidos por deriva, elevación, Bouguer, latitud y corrección topográfica. Posteriormente se usó el software WinGlink para obtener mapas de Anomalía de Bouguer, regional y residual. La configuración del residual muestra un comportamiento suave con dos mínimos, uno ubicado en el extremo poniente y el otro en el extremo oriente, que corresponden al Bvd. Quiroga y a la entrada a la presa Abelardo L. Rodríguez respectivamente. También se observan tres máximos correlacionados con afloramientos de calizas con distintos grados de metamorfismo. Los perfiles modelados muestran el comportamiento de una cuenca, la cual interpretamos como el vado del río formado por dos planos de falla que forman al graben del lecho del Río Sonora. Para explorar la posible existencia de cavernas, se realizó un estudio de microgravimetría en un área cercana a la "Cueva de Santa Martha". El área comprende una malla de 300 m², con estaciones espaciadas cada metro. El levantamiento topográfico se realizó con un equipo de estación total Leica TS02, la cual cuenta con una precisión en medición de prismas de 1.5 mm ± 2 ppm. Se presentan los resultados preliminares de este último estudio.

EG-13

EXPLORACIÓN GRAVIMÉTRICA Y SISMOLÓGICA EN LAS GRUTAS DE XOXAFI, EL PALMAR, SANTIAGO DE ANAYA, HIDALGO.

Lozada Antonio, Salazar Peña Leobardo, Barrios Adriana, Rodríguez Vega Pablo Barush y González López Martina

Instituto Politécnico Nacional, IPN
antogeof@hotmail.com

Las Grutas de Xoxafi es un destino geoturístico que se ubicada en el municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo. Como principal atractivo turístico tenemos recorridos guiados por expertos a lo largo de las grutas, además de otras actividades. El presente trabajo pretende caracterizar las grutas mediante el método gravimétrico de exploración, esto para poder ubicar las oquedades ya conocidas por los guías, y en caso de existir extensiones desconocidas, dar a conocer a la empresa administradora la información sobre la potencial ubicación de los espacios de interés para su aprovechamiento como actividad turística. Para ello se diseñó un levantamiento gravimétrico en forma de rejilla de alta resolución con dimensiones que variaron entre 10 y 12 metros. Además se hizo un levantamiento topográfico y altimétrico de las grutas. Los datos gravimétricos, después de haberlos corregido por deriva del instrumento y altura, fueron comparados con el levantamiento topográfico para determinar las anomalías gravimétricas que se relacionaban con la presencia de oquedades. El método de sismica de reflexión vertical de onda P fue utilizado para delimitar en profundidad al cuerpo de caliza susceptible a erosionarse por carsticidad. Las observaciones de reflexión se distribuyeron dentro y fuera de la zona de calizas que delimita a las grutas. Además, para interpretar los datos sismológicos se empleó modelado sísmico computacional. El análisis de los datos sísmicos en conjunto resultó que el cuerpo de caliza que contiene a las grutas, suprayace a la formación Tarango de conglomerados y areniscas continentales. En la interpretación de datos gravimétricos una fase fundamental fue el análisis del mapa de anomalías gravimétricas. A partir de este análisis, se caracterizó la imagen gravimétrica de la gruta identificando las cámaras y túneles conocidos y aquellas no descubiertas o recorridas aún. A partir de los resultados sismológicos, las dimensiones de la gruta quedan delimitadas por el cuerpo de caliza aislado, descartando la idea de que la gruta pueda tener extensiones mayores conectando con otros cuerpos de caliza de la región.

EG-14

AEROMAGNETOMETRÍA DE LA CARTA EL PAPALOTE H12A-13 EN EL NOROESTE DE SONORA, MÉXICO: RELACIONES CON LA GEOLOGÍA REGIONAL Y LOS YACIMIENTOS MINERALES

Martínez Retama Silvia, Pérez-Segura Efrén y Vega-Granillo Ricardo

Universidad de Sonora, UNISON

smartinez@ciencias.uson.mx

El objetivo de este estudio es obtener una caracterización geofísica- geológica de las anomalías magnéticas relacionadas con intrusiones aflorantes o enterradas y su posible relación con yacimientos minerales. Para ello, se procesaron datos aeromagnéticos de campo total de la carta El Papalote. El mapa de reducción al polo y residual muestran dos anomalías principales alargadas, dipolares de gran amplitud, la primera con dirección NE-SW ubicada en la porción NW de

la carta, y la segunda corresponde a un cinturón de estructuras con orientación NW-SE ubicadas al SW de la carta, cerca del extremo oriente del volcán "El Elegante". Las estructuras anteriores no han sido cartografiadas en superficie, sin embargo, las anomalías magnéticas muy definidas, indican su existencia debajo de sedimentos cuaternarios. La geología de la carta sólo se conoce de manera parcial. Las unidades aflorantes, principalmente en la Sierra de Los Tanques, son rocas ígneas y metamórficas del Paleoproterozoico; granitoides del Pérmico-Triásico; rocas volcánicas y volcanosedimentarias del Jurásico y rocas volcánicas terciarias. En la parte Oeste de la carta se manifiesta una anomalía asociada al campo volcánico El Pinacate. Se estima que un 50 % de la carta está cubierta por sedimentos cuaternarios, de donde el interés de la interpretación geofísica. La anomalía magnética profunda orientada NW-SE sigue la misma dirección de la Sierra San Francisco (SSF) ubicada al sur, sobre la carta Los Norteños H12A-2. Esta sierra se compone de rocas metamórficas del Paleoproterozoico y de granitoides del Cretácico superior. En la misma sierra existen además numerosas manifestaciones minerales de tipo Oro Orogénico. La anomalía puede interpretarse de 2 maneras: 1. Como la prolongación hacia el NW de una geoforma compuesta por un ambiente geológico a profundidad parecido al de la SSF, pero buzando al NW o con un grado mayor de erosión en esa dirección, o bien; 2. Como la prolongación de la SSF hacia el NW desplazada por una falla normal orientada N60E, siguiendo burdamente el arroyo Palo Fierro. En cualquiera de las 2 interpretaciones el objetivo de la anomalía magnética evidencia un lógico interés por yacimientos de Oro Orogénico sepultados en la zona de la anomalía.

EG-15

ESTRUCTURA LITOSFÉRICA EN LA ZONA CENTRAL Y ORIENTAL DE LA ESPAÑOLA

Núñez Escribano Diana y Córdoba Barba Diego
Universidad Complutense de Madrid, España
dianane@fis.ucm.es

Durante la última década se han llevado a cabo varias investigaciones geofísicas mar-tierra en el borde NE de la Placa Caribe con el objetivo de estudiar la estructura de la Litosfera en esa zona. En 2005 y 2009, en el marco de los proyectos GEOPRICO-DO (2005) CARIBENORTE (2009) se adquirió una extensa base de datos de sísmica de gran ángulo, batimetría y campos potenciales (gravedad y magnetismo) en esa región. Estudios recientes basados en el análisis y la interpretación de datos de ambos proyectos en La Española, han permitido obtener un modelo litosférico para la zona Central y Oriental de dicha isla. Los resultados que aquí se presentan corresponden a la interpretación de datos de tres perfiles sísmicos profundos, dos de ellos con orientación N-S, de 350 y 450 km de longitud, cruzando La Española desde la Plataforma de Las Bahamas hasta el Surco de los Muertos, y otro de 450 km de longitud, en dirección E-W, desde el flanco W del Paso de Mona hasta la frontera entre la República Dominicana y Haití. Los modelos corticales obtenidos revelan diferencias estructurales significativas en la corteza y manto superior entre las zonas N-S y E-W, donde la discontinuidad de Mohorovicic alcanza una profundidad de 28 km en la zona central y 24 km en la zona más oriental. Al sur de la isla, esa discontinuidad es más superficial, con profundidades de 16 a 21 km. En el norte, la Placa de Norteamérica buza con ángulos entre 6° y 9° hacia el S. Mientras que en el sur, la Placa Caribe tiene un buzamiento hacia el N entre 12° y 18°. Este buzamiento se encuentra afectado por la colisión entre la Cresta de Beata, el Surco de los Muertos y la propia isla. El registro, por la red de 340 estaciones sísmicas de corto período desplegadas para el proyecto CARIBENORTE, de varios terremotos ocurridos durante el período de adquisición de datos, así como de tres disparos en tierra de 1000 kg de explosivo, especialmente diseñados para este proyecto y de los disparos de aire comprimido realizados en el mar, en el extremo oriental de la isla por el Buque de Investigación Oceanográfica HESPERIDES, ha permitido obtener detalles sobre la estructura fina de la corteza y manto superior y la determinación de un ángulo de buzamiento para la Placa de Norteamérica, en la parte oriental de la isla, de 17°, donde alcanza profundidades de 120 km.

EG-16

ANÁLISIS DE DATOS AEROMAGNÉTICOS Y GRAVIMÉTRICOS DEL SECTOR SEPTENTRIONAL DEL ARCO ALISITOS: IMPLICACIONES TECTÓNICAS.

Fragoso Anaid y Espinosa Cardeña Juan Manuel
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
anaid.fi@gmail.com

La región septentrional del arco Alisitos presenta zonas de sutura antigua distantes ~100 km entre sí, que registran eventos de colisión de tipo convergente, Cabalgadura Principal Mártir en el sector oriental y Falla Agua Blanca Vieja en el sector norte. Con el objetivo de dilucidar la interrelación estructural entre estas dos zonas de sutura, se realizó un análisis de datos aeromagnéticos así como el levantamiento de un perfil gravimétrico con una longitud de 84 km entre ambas suturas. A partir del análisis de lineamientos de máximos de Gradiente Horizontal del mapa de anomalía pseudogravimétrica y de las soluciones de la Deconvolución de Euler de perfiles magnéticos y gravimétricos, se infiere una correlación espacial entre la Cabalgadura Principal Mártir y la Falla Agua Blanca Vieja. También, se infiere que la Falla Santo Tomás es un ramal de la Falla Agua Blanca Vieja sugiriendo la extensión de esta sutura hacia el Pacífico. La extrapolación de

ambas suturas y estructuras asociadas conforman una zona de falla regional con dirección noroeste-sureste a lo largo del contacto entre el Arco Alisitos con el cratón de Norteamérica y el arco Santiago Peak. Del modelado bidimensional gravimétrico-magnético y flexural del perfil entre las zonas de sutura, se deduce un régimen tectónico de "piel gruesa", donde la cabalgadura Principal Mártir acomoda deformación suave dúctil-frágil y el levantamiento diferencial debido a la carga que ejerce el borde occidental de la Sierra San Pedro Mártir. La sierra es soportada por una raíz intracortical aparentemente producida por deformación dúctil de la corteza inferior ocasionando que el límite corteza media-superior se flexione sin alterar al Moho. La presencia de la raíz intracortical explicaría la intensa anomalía gravimétrica negativa (~ -110 mGal) que caracteriza al sector oriental del Batolito Peninsular, no obstante su adelgazamiento cortical (~30 km) documentado por funciones receptor (receiver functions) de telesismos registrados en la región.

EG-17

IMAGEN DE RESISTIVIDAD DEL SISTEMA FALLA SAN ANDRÉS, CERCANO A LA GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO.

Pérez Flores Marco Antonio¹, Herrera Barrientos Fernando²,
Gómez Treviño Enrique² y Romo Jones José Manuel²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
mperez@cicese.mx

En 1978 y 1979 el Laboratorio Lawrence de Berkeley en colaboración con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tomó 411 sondeos eléctricos verticales de amplio rango, a lo largo de 20 líneas distribuidas alrededor de la geotérmica de Cerro Prieto. Esta información fue procesada e interpretada con la tecnología de aquellos tiempos. En la actualidad, rescatamos dicha información, la interpretamos usando inversión constreñida en 3D. El modelo 3D de resistividad obtenido muestra una capa delgada y conductora, sobre una capa más resistiva con espesor variable (-600 m) asociado con los depósitos aluviales del Río Colorado. Por debajo de 1000 m, se revelan unos alineamientos claramente relacionados con las fallas Cerro Prieto e Imperial (nombres locales para la Falla San Andrés), las cuales son las principales fallas de Rift del Valle de Mexicali. Ambas fallas se manifiestan como zonas conductoras con forma lineal y angosta a un lado del Rift del Valle de Mexicali, el cual muestra una estructura conductora más compleja. En la actualidad, la falla de San Andrés señala la zona de contacto entre la placa de Norte América y la del Pacífico. En el pasado, ocurrió la subducción de la placa Farallón por debajo de la placa de Norte América. La placa de Farallón se consumió y el efecto de subducción se detuvo (Aragón-Arreola y Martín-Barajas, 2007). Después, ocurrió la separación de la península de Baja California hace 12 Ma, formando un proto-golfo. Este movimiento continúa hasta hoy y su pasado está grabado en forma de líneas de inversión magnética en el piso marino de los diferentes centros de dispersión a lo largo del Golfo, formando cuencas tipo pull-apart. La separación de la Baja California comenzó al Sur. De esta manera, el Centro de Dispersión que está en el Valle de Mexicali vendría a ser, el que está más al norte, el más joven y el que está sobre tierra firme. La geotérmica de Cerro Prieto está asentada sobre este Centro de Dispersión. Dicho Centro está sepultado por varios kilómetros de sedimentos de origen pluvial (Río Colorado), pero también de la erosión de la sierras aledañas (Cucapás, El Mayor, etc). Con una profundidad de hasta 2 km, pudimos observar con los métodos eléctricos, las zonas más conductoras dentro de los sedimentos y se definen perfectamente dos fallas y el Centro de Dispersión. Así como la forma de una cuenca al Sur.

EG-18

TECTÓNICA EN UN SECTOR DE SW DEL DELTA DEL RIO COLORADO, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Vega Saucedo Graciela Anahel y González Escobar Mario
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
gvega@cicese.edu.mx

El procesamiento e interpretación de datos de sísmica de reflexión, apoyados con información geofísica adicional, permitió interpretar la estructura geológica de un sector SW del delta del Río Colorado, hasta ahora poco estudiado. Este estudio cubre una sección de la zona de deformación de la falla transformante Cerro Prieto, que es la frontera activa entre las placas tectónicas del Pacífico y Norteamérica. El presente trabajo fue posible gracias a la información de sísmica de reflexión propiedad de Petróleos Mexicanos. Los objetivos fueron el procesamiento, interpretación e identificación de las principales fallas y de los límites de secuencias estratigráficas. Los resultados muestran una gran densidad de fallas en la zona de falla Cerro Prieto, en donde la mayoría están sepultadas debajo de los sedimentos del delta del Río Colorado en la parte suroeste, debido a que todas las estructuras principales que cortan el delta, se encuentran sepultadas bajo varios km de sedimentos. Una de las principales estructuras observadas y ya conocida es la falla Cerro Prieto. Su interpretación al SE coincide con el trazo ya reportado en la literatura. En la zona de falla Cerro Prieto se identificaron las fallas mayores: Santa Clara 1, 2, y Pangas Viejas todas estas desconocidas hasta ahora y localizadas al oeste de la falla Cerro Prieto. La zona de deformación en el límite de placas tiene un ancho de 23 km entre las fallas Cerro Prieto al este y Pangas Viejas al oeste. La orientación de las fallas contenidas en ésta zona es N-NE. El basamento acústico indica que las cuencas

en el delta del Río Colorado tienen profundidades aproximadamente mayores de 4000 m. La ubicación del depocentro al SE de la zona de estudio denominado cuenca Montague, coincide con trabajos previos y se encuentra delimitado por las fallas Pangas Viejas al oeste y Santa Clara 01 al este. Finalmente, la región estudiada presentó la mayor actividad sísmica (réplicas) y subsidencia co-sísmica y pos-sísmica debida al sismo del 4 de abril de 2010 (Mw 7.2). Antes de éste evento la actividad sísmica era muy escasa y no se sabía de estructuras en la zona. En éste trabajo se demuestra la existencia de al menos seis fallas principales que hasta ahora eran desconocidas y representan un gran interés para el conocimiento del marco estructural de la región

EG-19

SÍSMICA DE GRAN ÁNGULO EN EL NORESTE DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

González Fernández Antonio¹, Lázaro Mancilla Octavio², Hole John A.³, Stock Joann Miriam⁴, Fuis Gary S⁵ y Rymer Michael J.⁵
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Instituto de Ingeniería, UABC
³Virginia Tech, Department of Geosciences
⁴Caltech, Division of Geological and Planetary Sciences
⁵United States Geological Survey
 mindundi@cicese.mx

En marzo de 2011 se llevó a cabo un estudio de sísmica profunda de gran ángulo en la región del Mar de Salton, Valle Imperial y norte del Valle de Mexicali, el experimento denominado Salton Seismic Imaging Project (SSIP). En este experimento se efectuaron registros de un total de 33329 kg de explosivos en 126 puntos de tiro. Se emplearon 2781 sismógrafos en 4235 puntos de registro. En el presente trabajo se muestran los resultados de la interpretación de la parte sur de la línea sísmica 1, la cual inicia al sur del Mar de Salton, cruza a territorio de México al este de Mexicali, Baja California, y finaliza en San Luis Río Colorado, Sonora. En esta línea se interpretaron los datos obtenidos a partir del registro de 3 puntos de tiro. El propósito de este trabajo es establecer un modelo de la distribución de las velocidades de propagación de ondas P en el noreste del Valle de Mexicali y compararlo con otros modelos existentes, publicados por otros autores, en particular con modelos de la región del Mar de Salton, una línea de sísmica de gran ángulo San Luis Río Colorado-Laguna Salada y con varios modelos 1D de velocidades utilizados para localizaciones epicentrales, en especial con el modelo que utiliza la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM). Nuestros resultados, obtenidos a partir del modelado directo de los datos sísmicos mediante trazado de rayos y cálculo de sismogramas sintéticos, indican una distribución de velocidades de propagación de ondas P con fuertes gradientes verticales y sin una estructura en capas definidas, evidenciado por los cambios suaves en las pendientes de los primeros arribos en las secciones sísmicas y por la falta de ondas reflejadas, a excepción de ciertas llegadas que pueden corresponder a la transición corteza-manto.

EG-20

PERFILES SÍSMICOS DE ALTA RESOLUCIÓN, BATIMETRÍA MULTIHAZ Y REGISTROS MAGNÉTICOS EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA.

Ponce Núñez Francisco¹, Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.², Bandy William³ y Figueroa-Albornoz Leonardo³
¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
³KM Mexico
 fponce@cmarl.unam.mx

La Cuenca de Guaymas es una de las cuencas formadas por el proceso de ruptura que dio origen al Golfo de California 12 Mya y continúa hasta el presente. El espesor de los sedimentos en esta cuenca (> 1 km) cubren la morfología típica de una cordillera mesoocéanica, dejando dos valles axiales como única huella. En 2010, abordo del B/O El Puma, se realizaron levantamientos de ecosondeo multihaz, perfilador acústico del subsuelo y magnetómetro marino de precesión de protón, a lo largo de 18 perfiles que cruzaban los valles axiales. En la carta batimétrica de alta resolución (30 m) y la imagen acústica de retrodispersión del lecho marino obtenidas, se puede observar que la superficie de la región sur de la cuenca es mas rugosa que las regiones central y norte, pero en ésta última se aprecian evidencias de flujos de turbidez y montículos. Los perfiles sísmicos de alta resolución de la porción somera (~100 m) de la cubierta sedimentaria muestran blanqueamientos y puntos billantes, anomalías asociadas a la presencia de gas. Este gas se cree está relacionado con el emplazamiento de intrusivos en sedimento, que es rico en materia orgánica. El mapa de anomalías magnéticas reducidas al polo, muestra una anomalía positiva, que consideramos como axial, que concuerda con el valle axial norte, pero no lo hace con el valle axial sur. Adicionalmente, en la región de traslape de ambos valles, esta anomalía axial se dispersa.

EG-21

EL PROYECTO TSUJAL: NUEVAS INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS SOBRE LA PLACA DE RIVERA Y EL BLOQUE DE JALISCO.

Córdoba Barba Diego¹, Núñez Cornú Francisco Javier², Dañobeitia Juanjo³, Bartolomé Rafael⁴, Bandy William⁵, Escudero Ayala Christian René², Lago Comeselle Alejandra³, Espíndola Castro Juan Manuel⁶, Prada Manel⁶, Núñez Escribano Diana⁶, Zamora Camacho Araceli⁶, Gómez Hernández Adán², Ortiz Modesto⁶ y Tsujal Grupo de Trabajo¹
¹Universidad Complutense de Madrid, España
²Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
³Instituto de Ciencias del Mar, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España
⁴Instituto de Geofísica, UNAM
⁵Departamento de Geofísica y Meteorología, Universidad Complutense de Madrid, España
⁶Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 dcordoba@fis.ucm.es

Durante la primavera y verano de 2014 se ha llevado a cabo la primera campaña geofísica del proyecto titulado "Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco (TSUJAL)". Este proyecto es el resultado de una amplia colaboración científica entre investigadores de instituciones de México y España y tiene por objetivo principal el estudio de la estructura de la Litosfera en las zonas de convergencia de las placas de Rivera y Norteamérica y del Bloque de Jalisco, así como la identificación de estructuras submarinas que puedan ser fuentes tsunamigénicas. La primera fase del proyecto tuvo lugar en febrero y marzo de 2014. Para ello, se utilizó la infraestructura de sísmica marina del CSIC-UTM, realizándose 5,200 km de sísmica multicanal y fondeando 16 OBS en 32 posiciones de registro en la zona marítima de Jalisco y Nayarit. Además, se adquirieron datos de batimetría (sonda multihaz) y campos potenciales (gravedad y magnetismo). En tierra, se desplegó una red portátil de 100 estaciones sísmicas de corto período, en 240 posiciones de registro, a lo largo de 5 líneas sísmicas de 200-300 km de longitud que funcionaron en combinación con la Red Sismológica del estado de Jalisco (SisVOC). Adicionalmente, se instalaron 8 estaciones sísmicas en las Islas Marias y en la Isla Isabel. Esos equipos registraron, en modo continuo, los disparos de aire comprimido generados desde el mar por un grupo de cañones de 5,800 c.i., a razón de un disparo cada 120 s. El buque inglés RRS James Cook, que participó en este proyecto en régimen de intercambio entre buques españoles y británicos, se encargó de la realización de los perfiles de sísmica multicanal (MCS) y del fondeo de 16 OBS. Para ello, se usó un streamer de 6 km de longitud y un sistema de cañones de aire comprimido de gran capacidad. Además de la mencionada infraestructura, participó el Buque de la Armada Mexicana ARM Holzinger y el buque de investigación mexicano El Puma de la UNAM. La segunda fase del proyecto, se llevó a cabo en junio de 2014. Se instalaron 100 estaciones sísmicas de corto período a lo largo de un perfil sísmico, desde la Caldera de la Primavera en la Cd. de Guadalajara hasta Barra de Navidad en la Costa de Jalisco, cubriendo una distancia de 200 km. Esos equipos registraron tres explosiones subterráneas de 1000 kg de explosivo realizadas especialmente para este proyecto, en los extremos norte y sur y en la parte central del perfil. Los nuevos datos adquiridos en el proyecto TSUJAL proporcionan un muestreo denso de las placas estudiadas y aportan imágenes nuevas sobre la deformación cortical a lo largo y a través de la zona de subducción, las dimensiones del prisma de acreción, sobre la zona de contacto entre la placa de Rivera y la Placa de Norteamérica y sobre la transición entre la corteza oceánica y la corteza continental.

EG-22

LA CAMPAÑA MARINA TSUJAL: CARACTERIZACIÓN DE LA CORTEZA DE LA PLACA DE RIVERA-BLOQUE DE JALISCO Y SUS IMPLICACIONES EN EL RIESGO SÍSMICO Y TSUNAMIGÉNICO

Bartolomé Rafael¹, Dañobeitia Juanjo², Córdoba Barba Diego³, Núñez Cornú Francisco Javier⁴, Comeselle Alejandra L.², Estrada Ferran¹, Prada Manel¹, Bandy William⁵ y Tsujal Grupo de Trabajo⁶
¹Instituto de Ciencias del Mar, CSIC
²Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, ICM-CSIC, España
³Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España
⁴Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
⁵Instituto de Geofísica, UNAM

⁶J. L. Alonso, A. Castellón, C. Escudero-Ayala, D. Escribano, J.M. Espíndola, M. Farrán, A. Gómez, Q. J. Gutiérrez, J. Y. López, M. Ortiz, H. Perea, J. I. Pinzón, F. Ponce, S. Valle, A. Zamora
 rafael@cmima.csic.es

Durante la primavera de 2014, un equipo de científicos mexicanos y españoles exploró el margen occidental de México en el marco del proyecto TSUJAL. Los dos objetivos principales del proyecto son caracterizar la naturaleza y estructura de la litosfera y la identificación de fuentes potenciales desencadenantes de terremotos y tsunamis, en el contacto entre la placa de Rivera-Bloque de Jalisco con la Placa Norteamericana. Con este propósito fueron adquiridos un conjunto de datos geofísicos marinos a bordo del buque inglés RSS James Cook con el apoyo del buque de la marina mexicana ARM Holzinger. Este trabajo está centrado en la parte sur de la campaña TSUJAL, donde hemos adquirido más de 800 km de datos de sísmica multicanal (MCS) divididos en 7 perfiles, desde el dominio oceánico de la placa de Rivera hasta la plataforma continental. Estos perfiles se han registrado

con un streamer de hidrófonos de 6 kilómetros de longitud usando una fuente sísmica de cañones de aire cuya capacidad varía desde los 5800 c.i. a 3540 c.i., y aplicando el protocolo internacional medioambiental de protección de especies marinas JNCC. Además, se ha registrado un perfil de sísmica de gran ángulo de más de 190 km de longitud utilizando 16 OBS desplegados perpendicularmente a la costa de Manzanillo. De forma simultánea a los datos sísmicos se han adquirido datos de campos potenciales (gravedad y magnetismo), batimetría multihaz y sonda paramétrica. Las imágenes obtenidas tras un procesamiento preliminar de los datos de MCS revelan la estructura de la corteza en los distintos dominios del margen mexicano. En la parte oceánica, se observa el contacto entre las placas de Rivera y NA como una fuerte reflexión a 6 s de tiempo doble (TWTT en inglés), en concreto en el perfil TS01 paralelo a la costa, al sur de Manzanillo. Este contacto también se identifica en un perfil perpendicular, TS02, a lo largo de un tramo de más de 100 km de longitud que cruza la zona transformante de Rivera, que es el límite entre la placa de Cocos y la placa de Rivera. Hacia el norte, frente a la costa de Pto. Vallarta, los datos MCS revelan reflexiones de gran amplitud en torno al 7-8,5 s TWTT, a unos 2.5 a 3.5 s TWTT bajo el lecho marino, que visiblemente definen el plano de subducción (perfil TS06b). Estas reflexiones fuertes que nosotros interpretamos como la discontinuidad de Moho definen la curvatura inicial de la subducción de la placa de Rivera. Otro claro patrón observado, a lo largo del margen continental, en el primer segundo TWTT en los registros de MCS, es un reflector simulando el fondo marino (BSR) especialmente de gran amplitud frente a Pto. Vallarta. La integración de toda esta información geofísica permitirá obtener una visión más completa de la litosfera, y una vez estudiadas las estructuras susceptibles de generar sismos y/o tsunamis (fallas y deslizamientos fundamentalmente) serán de gran valor para la evaluación de la peligrosidad en el oeste Mexicano.

EG-23

ESTRUCTURA CORTICAL DEL EXTREMO NORORIENTAL DE LA PLACA DE RIVERA, REGION DE NAYARIT-ISLAS MARIAS, ESCENARIOS E IMPLICACIONES TECTONICAS. PROYECTO TSUJAL

Dañobeitia Juanjo¹, Bartolomé Rafael¹, Córdoba Barba Diego², Núñez Cornú Francisco Javier³, Bandy William⁴, Prada Manuel¹, Cameselle Alejandra L.¹, Núñez Escribano Diana², Espíndola Castro Juan Manuel¹, Estrada Ferran¹, Zamora Camacho Araceli¹, Gómez Hernández Adán¹, Ortiz Modesto¹, Castellón Arturo¹, Alonso José Luis⁵ y Tsujal Grupo de Trabajo¹

¹Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, ICM-CSIC, España

²Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

³Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

⁵CICESE

⁶Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales, UTM-CSIC, España
jjdanobeitia@cmima.csic.es

El marco del proyecto "Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco (TSUJAL)", se presenta un primer análisis de los datos geofísicos marinos adquiridos a bordo del RRS James Cook, en la región de Nayarit circundando las Islas Tres Marías, entre Febrero y Marzo del 2014. Se presenta el análisis de los datos registrados por 16 OBS's fondeados en 4 perfiles de sísmica de gran ángulo, utilizando una fuente de energía de 6800 pulgadas cúbicas al objeto de muestrear la Moho. Los perfiles muestrean los márgenes de las islas Marías, distinguiendo un perfil de más de 200 km y dirección NNO-SSE paralelo al flanco occidental de las Islas Marías, y tres ortogonales a las islas. Estos tres perfiles perpendiculares muestrean el margen, de Norte a Sur, con una longitud de registro de 100 km al Norte de María Madre, poco más de 50 km, entre las islas de María Magdalena y María Cleofás, y 100 km de longitud al sur de María Cleofás. También se examinan los registros de una serie de perfiles de sísmica multicanal coincidentes con la refracción, si bien con una fuente de 3.540 pulgadas cúbicas, y registrados con un "streamer" digital de 6,0 km de longitud. Simultáneamente, se registraron datos de sondas multihaz y paramétrica, así como datos de campos potenciales. Un primer análisis de los datos adquiridos muestra una corteza anómalamente engrosada en el flanco occidental de las Islas Marías, como indican las tardías llegadas de las ondas PmP cuyas distancias críticas aparentes son superiores a los 30-35 km, si bien es cierto que la inclinación de la subducción de la placa oceánica del Pacífico es moderada, sobre 7°, favorece algo este efecto, aunque también es posible la existencia de fragmentos de una corteza remanente, en cualquier caso habrá que acreditar posteriormente mediante la inversión de datos. Por otra parte, las imágenes proporcionadas por la sonda paramétrica muestran numerosos depósitos de sedimentos que infieren procesos de remoción o deslizamientos de masas indicativos de tectónica activa reciente y posiblemente generados por terremotos de magnitud media, como los reportados en las Islas Marías. Este conjunto de datos geofísicos, no solo proporcionará valiosa información para la caracterización sismogénica y peligrosidad asociada de la Placa de Rivera- Bloque de Jalisco, sino que contribuirá con nuevos datos que permitan descifrar la compleja interacción entre la acreción de la dorsal del Pacífico Oriental, la Cresta de Magdalena, y la apertura del Golfo de California en el difuso extremo nororiental de la fosa mesoamericana.

EG-24

IMÁGENES SÍSMICAS DE LA CORTEZA EN EL PERFIL SÍSMICO D-E (TS04-PROYECTO TSUJAL): RESULTADOS DE UN ESTUDIO COMBINADO SÍSMICA DE REFLEXIÓN/SÍSMICA DE GRAN ÁNGULO.

López Ortiz Jesualdo Yair¹, Núñez Escribano Diana², Bartolomé Rafael³, Córdoba Barba Diego², Núñez Cornú Francisco Javier⁴, Dañobeitia Juanjo⁵, Zamora Camacho Araceli¹, Escudero Ayala Christian René¹ y Tsujal Grupo de Trabajo¹

¹Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

²Universidad Complutense de Madrid, España

³ICM-CSIC, Barcelona, España

⁴UCM, SisVoc, ICM-CSIC, UNAM, UTM-CSIC, CICESE, CMIMA-CSIC
lopez.sisvoc@gmail.com

Como parte del proyecto TSUJAL (Caracterización del peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco) en febrero de 2014 se llevó a cabo un estudio geofísico del margen continental oeste de Jalisco, en el que se aplicaron métodos de sísmica de reflexión, sísmica de gran ángulo, batimetría y campos potenciales (gravedad y magnetismo). En tierra se instalaron 8 estaciones sísmicas de componente vertical y frecuencia propia de 4.5Hz, del tipo TEXAN 125A (REFTEK) que cubrieron un intervalo de 20 km desde la localidad de Pérula hasta Nacastillo (Jalisco). Esos equipos registraron, en modo continuo, los disparos de aire comprimido realizados desde el RRS James Cook a lo largo del perfil de sísmica multicanal D-E (TS04) de 140 km de longitud, siguiendo una dirección SW-NE, perpendicular a la línea de costa. La zona estudiada corresponde a una línea mar-tierra, limitada en el mar por las coordenadas (18° 54' N, 105° 59' W) (19° 26' N, 105° 7' W). En este trabajo se presentan imágenes sísmicas de la corteza en a lo largo de un perfil sísmico profundo mar-tierra, de 140 km de longitud que aporta información cortical novedosa del extremo S de la Placa de Rivera, del prisma de acreción continental y de los primeros kilómetros de la zona continental del Bloque de Jalisco.

EG-25

TOMOGRAFÍA DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA PARA LA OBTENCIÓN DE MODELOS DE ESTRUCTURA 3D DE VELOCIDAD DE ONDA S

Cárdenas-Soto Martín
Facultad de Ingeniería, UNAM
martinc@unam.mx

En este estudio presento resultados de tomografías de tiempo de viaje obtenidos en diferentes arreglos de 72 geófonos verticales de 4.5 Hz. Determino los correlogramas del registro continuo de una hora de ruido sísmico para ventanas de tiempo de 1 s, e invierto los tiempos de viaje de los máximos de la función de correlación para frecuencias entre 4 y 12 Hz. Presento resultados con diferentes técnicas de pre-procesamiento de datos en diferentes geometrías y zonas de estudio. Para aquellos sitios donde la velocidad de los materiales presenta variaciones laterales importantes, es posible estimar la presencia de discontinuidades. La aplicación de este método hace posible estudiar la estructura del subsuelo bajo estructuras civiles donde no es posible aplicar técnicas invasivas o destructivas.

EG-26

VELOCITY AND ATTENUATION ANISOTROPY OF SEISMIC WAVES IN SHALE PLAYS: ORTHORHOMBIC MODEL

Chichinina Tatiana
Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
tichqvoa@yahoo.com

Today oil and gas production from unconventional reservoirs such as shales strongly is developed in Mexico. Stress-induced anisotropy is vital factor in identifying prospective frackable areas for oil/ gas production in shales. Prediction and controlling the growth of hydraulic fractures is strongly affected by natural vertical microfractures due to in-situ horizontal stresses. It is important to find the most suitable areas for hydraulic fracturing. To accomplish this task, I present here effective-medium models for fractured medium, namely for shales, taking into account attenuation anisotropy linked to velocity anisotropy. Then I give an example of solving an inverse problem using proposed anisotropic models. Chichinina et al. (2006, 2009a,b, 2013) and Carcione (2012a,b, 2013) have developed a mathematical formalism for introduction attenuation in transversely-isotropic (TI) medium and orthorhombic (ORT) medium. We deal with Linear-Slip models developed for fractured media by Schoenberg (1980), which we have updated to the case of Inelastic media (the LSI models). I present several effective-medium anisotropic models (the VTI (with vertical axis of symmetry), the HTI (with horizontal axis of symmetry) and the ORT). The most adequate model for shale rocks in-situ (at the depth of 2 km or 3 km) is the ORT model; this model combines anisotropy originated due to alignment of horizontal clay particles in shale rock, on the one hand, and vertical micro-fractures from in-situ horizontal stresses, on the other hand. Complex-valued stiffness matrix for the LSI medium includes two

pairs of complex-valued normal and tangential weaknesses, characterizing two systems of fractures in shale rock, and also Lamé constants λ and μ of host rock; there are in total 10 fractured medium parameters for the ORT model. I give an example of inversion for these ten fractured-medium parameters from synthetic data of VSP-type. The synthetic data is generated basing on analysis of published experimental (ultrasonic) data on velocity and attenuation in shale rocks. Finally the conclusion is drawn that true results can be achieved only in the case of using orthorhombic model and not transversely-isotropic (HTI) one. References: Chichinina T., et al., 2006, QVOA analysis: P-wave attenuation anisotropy for fracture characterization: Geophysics, 71. Chichinina T. et al., 2009a, Attenuation anisotropy in the linear-slip model: Interpretation of physical modeling data: Geophysics, 74. Chichinina T. et al., 2009b, Anisotropy of seismic attenuation in fractured media: theory and ultrasonic experiment: Transport in Porous Media, 79. Chichinina T. et al., 2013, Fracture-induced Q-anisotropy: inversion for fracture parameters: 83rd Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts. Carcione J.M., et al., 2012a, Fracture-induced anisotropic attenuation: Rock Mechanics and Rock Engineering, 45. Carcione J.M., et al., 2012b, Numerical experiments of fracture-induced velocity and attenuation anisotropy: Geophysical Journal International, 191. Carcione, J.M. et al., 2013, Angular and frequency-dependent wave velocity and attenuation in fractured porous media: Pure and Applied Geophysics. Schoenberg, M., 1980, Elastic wave behaviour across linear slip interfaces: Journal of the Acoustical Society of Am

EG-27

APLICACIONES DE LA MIGRACIÓN RTM ADJUNTA A LA RECONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES SUBSALINAS EN EL GOLFO DE MÉXICO

Ortiz Alemán José Carlos¹, Martin Roland², García Reyes Jose Luis³ y Dan Natalia⁴

¹Instituto Mexicano del Petróleo, IMP

²Universidad de Toulouse

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Facultad de Ingeniería, UNAM

jcortiz@imp.mx

Se presenta un algoritmo de migración RTM adjunta y su aplicación a la visualización subsalina en el Golfo de México. Se discute la formulación del método y la optimización numérica que permite disparar simultáneamente todas las fuentes sísmicas, sin producir una interferencia significativa para el proceso de interpretación. El algoritmo RTM se aplica en un flujo de trabajo iterativo para visualizar un medio geológico con presencia de tectonismo salino y arcilloso, en un ambiente de aguas profundas. El algoritmo RTM incluye fronteras absorbentes de tipo CPML, que contribuyen a un mejor desempeño del método para la construcción de imágenes subsalinas. Se introducen técnicas de reconocimiento de patrones para la interpretación semiautomática de las imágenes resultantes en cada iteración.

EG-28

NUEVAS TECNOLOGÍA EN ADQUISICIÓN DE DATOS DE WALKAWAY VSP Y CÁLCULO DE ANISOTROPÍA PARA MEJORAR LA INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL DEL ÁREA. MÉXICO

Rodríguez Sergio Filippo¹, Reyes Javier², Barrientos Carlos³ y Peralta Sergio¹

¹Schlumberger

²Petróleos Mexicanos, PEMEX
sspadavecchia@slb.com

El presente trabajo describe la metodología del estudio de factibilidad, adquisición y procesamiento de datos de Walkaway VSP, y el uso que se le debe dar a la data anisotropía ofreciendo una posibilidad única para disminuir las incertidumbres de los modelos estructurales de la zona, resumiéndose en un alto impacto económico en este tipo de proyectos. Los registros de Walkaway VSP son similares a Offset VSP en cuanto a que la fuente se encuentra desplazada con respecto a la incidencia vertical. Aunque la geometría de adquisición esta levemente invertida de manera que el arreglo de receptores de pozo se mantienen en una profundidad, mientras que la fuente se aparta del mismo o se desplaza con un rango de desplazamientos. El rango de desplazamientos adquiridos en un Walkaway VSP es particularmente útil para el estudio de los efectos de las ondas S, de la variación AVO y de la anisotropía, en especial cuando el arreglo de receptores se encuentra cerca de un reflector de interés. Esta metodología incorpora las nuevas tecnológicas en el mercado desde lo equipos usados para la adquisición hasta la integración y entrega de resultados de forma práctica para la interpretación estructural del cliente. El caso a discutir corresponde a la metodología usada actualmente en los pozos que deben ser aterrizados de forma segura y económicamente viables en aguas someras, profundas y ultra-profundas en México

EG-29

MICROSÍSMICA: MONITOREO DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.

Aldecoa Abraham y Peralta Sergio

Schlumberger

aavellan@slb.com

Conforme al paso de los años cada vez está siendo más complicado la extracción de hidrocarburos en los yacimientos, de ahí el reto que se tiene en la industria petrolera hoy en día es la explotación de yacimientos no convencionales, de manera que se siguen buscando técnicas que faciliten la exploración y producción de estos campos. La técnica de Microsísmica en sus inicios fue utilizada para el área de minería, dadas las necesidades subsecuentes tomo auge en el área petrolera enfocada casi en su totalidad para el monitoreo de fracturamiento hidráulico o comúnmente llamado HFM (por sus siglas en ingles). El monitoreo de fracturamiento hidráulico mediante Microsísmica nos permite escuchar eventos de baja magnitud que van en un rango de -1.5 a -3.0, producidos durante y después el proceso de fracturamiento de la formación. Estos eventos son almacenados y en algunas ocasiones analizados en tiempo real lo cual te permite tener un comportamiento de cómo se está desarrollando la fractura por medio de la actividad sísmica, una vez conformados ciertos puntos identificados se puede ir delineando dicha fractura por medio de la longitud, dirección, y espesor principalmente. En el caso de que se tengan más fracturas en un solo pozo, dicho monitoreo puede ir apoyando a la toma de decisiones para los parámetros de inyección y lograr un diseño más óptimo de la fractura a como se planeó en un inicio. En este trabajo se muestra el ¿Qué?, ¿Cómo? Y ¿Por qué? La necesidad de un estudio de Microsísmica aplicado a un caso real, comenzando con un estudio de factibilidad de la fractura hasta la parte de interpretación de la misma.

EG-30

SÍSMICA DURANTE LA PERFORACIÓN PARA PREDICCIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS: AGUAS ULTRA PROFUNDAS.

Aldecoa Abraham y Vega Manuel

Schlumberger

aavellan@slb.com

La planeación y el modelo de perforación ya sea zonas de exploración o campos de desarrollo dependen directamente de información a priori de campos vecinos o de la interpretación sísmica que se tenga. Es importante destacar que el equipo que interviene en las decisiones para generar dicho modelo antes de iniciar la perforación y durante la misma maneja una incertidumbre grande, de manera que mitigar los riesgos geológicos es una tarea difícil. Sísmica durante la perforación tiene una amplia gama de aplicaciones que nos permitirán reducir esa incertidumbre tales como: ubicación de la barrena en la sección sísmica durante la perforación, predicción de objetivos por debajo de la barrena, ajustar la trayectoria del pozo en tiempo real, identificación de cuerpos salinos en tiempo real y proporcionar datos para mejorar los modelos de presión de poro y densidad de lodo. En esta ocasión, mostraremos un ejemplo realizado en el golfo de México con el fin de predecir riesgos geológicos por debajo de la barrena, así como la optimización de la ubicación de tubería de revestimiento en la base de un cuerpo salino de gran espesor reduciendo el margen de error que se tenía en el modelo anterior. Utilizar nuevas tecnologías nos permite reducir los riesgos durante la perforación siendo una oportunidad para aumentar la seguridad y reducir costos de operación.

EG-31

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ROCAS EN MUESTRAS DE NÚCLEOS DE LA FORMACIÓN CUALNARI DEL CAMPO VITRA MEDIANTE IMÁGENES 2D Y 3D DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR PULSADA RMNP

Jaimes Gerardo y Vergara Rosana

Petróleos de Venezuela, PDVSA

jaimesg@pdvsa.com

El campo Vitra se encuentra ubicado al sureste del Estado Apure y forma parte de Cuenca Central de Venezuela, fuente importante de reservorios hidrocarbúricos. La característica principal de estos yacimientos es que son naturalmente fracturados, corroborada su presencia en la descripción del núcleo Vit 3X y Vit 4X y a los resultados de las pruebas de presión a que fueron sometidas que señalan su dualidad en las porosidades, primaria secundaria por fracturamiento. La presencia de fracturas tiene incidencia en la cadena de valor petrolero desde la etapa de Exploración hasta la fase de Producción y Recuperación secundaria. En Exploración, su manifestación afecta los resultados de las reservas petroleras ya que en su expresión matemática se necesitan conocer las variables de porosidad y espesor neto. Discretizar estas zonas se sincera los resultados de las reservas. En lo referente a Producción, la presencia de fracturas, interfieren en aumentar u obstaculizar la producción. Estar consciente de esto, permitirán mejorar las técnicas de explotación y de recuperación que impulse la producción diaria. La Resonancia Magnética por Imágenes (RMI) se encuentra muy desarrollada en los diagnósticos

de la medicina, como tecnología de punta en la obtención de imágenes de alta resolución, a diferencia de la Tomografía computarizada y Rayos X. Sin embargo, en la industria petrolera los avances de la resonancia magnética son casi nulos. Actualmente tiene su mayor uso en los estudios de caracterización de yacimiento, obteniéndose mediante corridas de registros en pozo. Los resultados se presentan en una sola dimensión, lo que trae limitaciones en el hardware y su información es una sola dirección. En este trabajo, se aplicarán las técnicas en laboratorio con resultados de imágenes en 2 y 3 dimensiones, lo cual permitirá caracterizar de una forma perfecta la volumetría de la roca, expresando su volumen total de su de porosidad efectiva primaria y secundaria con la identificación en la distribución de fluidos presentes en el medio poroso. Se obtuvieron imágenes de alta resolución utilizando las técnicas de multi slice y multi eco (MSME), que permitieron visualizar perfectamente los planos de fracturas y su efectividad en rutas de transmisibilidad para el movimiento de los fluidos. Estas muestras se correlacionaron con el registro de resonancia magnética corrido en el pozo y se complementó con el análisis de la Roseta del azimut de ovalización detectando la dirección preferencial de los esfuerzos horizontales máximos y mínimos in situ, que permitieron dar una dirección aparente de las fracturas. De igual manera se pudo obtener las propiedades mecánicas intrínsecas de la roca, tales como: Módulo de Young o el Coeficiente de Poisson, que son constantes elásticas que condicionan el fracturamiento de la roca mediante el análisis inverso y la obtención del círculo de Mohr. Los ensayos se realizaron en el espectrómetro Avance III HD de 500 Mhz, 12 Tesla de campo construido por la empresa Bruker, instalados en la ciudad de Karlsruhe, Alemania.

EG-32

APLICACIONES ESPECIALIZADAS DE SISMICA DE POZO

Peralta Sergio
Schlumberger
sortega2@slb.com

El método geofísico de perfilaje sísmico vertical (VSP, Vertical Seismic Profile por sus siglas en inglés) ha sido una herramienta muy útil en el área de exploración y producción. Tradicionalmente ha sido aplicado con fines de obtener la relación tiempo- profundidad, generación de sismogramas sintéticos y su calibración del corredor apilado con la sísmica de superficie. Sin embargo en este trabajo se describe una metodología más especializada dentro de la sísmica de pozo que se enfoca a la generación de imágenes sísmicas 2D de alta resolución.

EG-33 CARTEL

TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA LA DETECCIÓN DE UN TUBO DE LAVA EN EL MPO. DE COACATZINTLA, EDO. DE VERACRUZ, MÉXICO

Placencia Gómez Luis Antonio¹, Bücker Matthias^{2,3}, Flores Orozco Adrián⁴, Rodríguez Elizarrarás Sergio⁵ y Morales Barrera Wendy Vanesa⁶

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Departamento de Geodinámica y Geofísica, Universidad de Bonn, Alemania

³Departamento de Geofísica, Viena Universidad de Tecnología, Austria

⁴Viena Universidad de Tecnología, Austria

⁵Instituto de Geología, UNAM

luis_aplacencia@yahoo.com.mx

El Cinturón Volcánico Transmexicano presenta una gran cantidad de manifestaciones superficiales, siendo los conos de escoria los más abundantes. Alrededor de la ciudad de Xalapa, Veracruz existe el "Grupo Volcánico Monogenético de Xalapa", con más de 50 volcanes, pertenecientes al periodo Cuaternario Tardío, que generaron una serie de derrames de lava entre 1.0 y 2.0 Ma. El sitio de estudio se localiza a aproximadamente 15 Km al noreste de la ciudad de Xalapa, donde se observan tubos de lava, los cuales se formaron durante la solidificación de una colada lava, y se caracterizan por tener un canal cavernoso alargado. La caracterización de éstas estructuras, en lo que se refiere a su geometría (profundidad y espesor) y composición es de suma importancia para poder mitigar el riesgo de hundimientos que puedan afectar viviendas y carreteras. Los métodos geofísicos de Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT por sus siglas en inglés) son ampliamente empleados para detectar cambios litológicos. Debido a los contrastes de resistividad esperados, también han demostrado ser muy eficientes para detectar cavidades en el subsuelo. En éste estudio presentamos resultados de Tomografía Eléctrica realizados para comprobar la fiabilidad del método en la detección de un tubo de lava conocido, que se espera tenga aproximadamente 50 m de longitud por 10 m de altura en su parte más alta. Los datos se tomaron a lo largo de un perfil perpendicular a la orientación del tubo de lava. La longitud total de 250 m se cubrió con 42 electrodos colocados con una separación de 5 m. Se usaron secuencias de Dipolo-Dipolo y de Gradiente Múltiple, para investigar la resolución de ambos arreglos geométricos. La ventaja de usar el arreglo Dipolo-Dipolo posibilita la estimación del error de medición con base de las diferencias entre mediciones normales y recíprocas, con los electrodos de inyección y potencial intercambiados con respecto a la medición normal. La desventaja de este arreglo es su relación señal/ruido reducida. El arreglo Gradiente Múltiple ofrece características parecidas con respecto a la resolución de estructuras en el subsuelo y una relación señal/ruido mucho mayor. Sin embargo, la toma de lecturas recíprocas para estimar el error de medición no es practicable. La inversión de los datos medidos se realizó con un algoritmo que permitió estudiar diferentes parámetros de regularización para poder

evaluar su efecto en las imágenes finales. Las imágenes de resistividad muestran una anomalía resistiva, que se puede interpretar como una cavidad relacionada con el tubo de lava. Las dimensiones del tubo de lava son acordes con información que se tiene del sitio y no se observan diferencias entre los resultados obtenidos tras la inversión de mediciones con protocolos Dipolo-Dipolo o Gradiente Múltiple. Mucho más importante es que las imágenes de resistividad muestran una segunda anomalía de mayores dimensiones, que podría estar relacionada con una cavidad mayor, a un costado del tubo de lava conocido.

EG-34 CARTEL

LOS MÉTODOS DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CAPACITIVA Y GALVÁNICA COMO APOYO EN LA RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN DEL MANTO ACUÍFERO ASOCIADO A UN PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA

Martínez Lorenzo Luz Elva¹ y Hernández Quintero Juan Esteban²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM
luelm@hotmail.com

Es bien conocido que todas las etapas que incluye un proceso minero (con excepción de la prospección), generan problemas ambientales de alto impacto. En todas las etapas se generan aguas residuales y residuos peligrosos. Sin embargo, una de las etapas que más contaminación producen es la fundición/refinación. La refinación-electrolítica es el último proceso metalúrgico al que es sometido el cobre procedente de materias primas sulfuradas y, por tanto, reviste características especiales de calidad. La electro-refinación es utilizada para producir cátodos de cobre de alta calidad a partir de ánodos que contienen una variedad de impurezas. En el proceso se presenta un fenómeno químico llamado electrolisis. La electrolisis consiste en hacer pasar una corriente-eléctrica por una solución de ácido sulfúrico diluido en agua. Los métodos geoquímicos son actualmente la mejor herramienta para estudiar, describir y resolver problemas de esta índole. La aplicación de los métodos geofísicos en esta problemática ha sido escasa, dada su naturaleza. En este trabajo se demuestra que mediante una adecuada selección y combinación de metodologías, es posible que estos métodos (en particular la Tomografía Eléctrica) aporten información de calidad para la resolución de algunos problemas de contaminación. En una zona al noroeste de la ciudad de México se llevo a cabo un estudio geofísico de exploración con fines ambientales; el objetivo principal fue determinar la existencia y la ubicación de zonas de alta conductividad en el subsuelo, dentro de las instalaciones de una planta de cobre-electrolítico. Para prevenir y controlar los efectos generados por el manejo de este mineral, debido a los impactos significativos que los residuos provenientes de los procesos utilizados en este tipo de plantas, podrían tener sobre el medio ambiente. Se implementó la Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D, en dos modalidades, la primera se caracteriza por el contacto galvánico y la segunda por ser capacitiva, para medir la respuesta resistiva del subsuelo en un medio saturado de cobre, la profundidad y la dirección de flujo del contaminante. Los levantamientos de Resistividad capacitiva se realizaron mediante el resistímetro Ohm-Mapper de Geometrics, y el resistímetro marca IRIS, modelo Syscal-Pro-Switch 48 canales para la Resistividad galvánica. En este proyecto se realizaron 6 perfiles de Resistividad Capacitiva y 4 perfiles de Resistividad Galvánica, con un arreglo geométrico dipolo-dipolo en ambos casos. Los datos fueron procesados con el programa de inversión EarthImager2D. La combinación eficiente de las dos técnicas, permitió aprovechar la buena resolución de la Tomografía Eléctrica Capacitiva en los primeros 5m de profundidad, para reconocer lozas, tuberías y otras características del subsuelo; mientras que la Tomografía Eléctrica Galvánica aportó una mejor imagen a profundidades que alcanzaron los 20 metros, para localizar a grandes rasgos los horizontes principales así como su continuidad lateral. Mediante esta combinación de la información, se logró mostrar zonas donde se concentran las anomalías de baja resistividad (efecto "dique"); logrando así establecer un patrón de flujo en este sistema hidráulico subterráneo y la distribución en el subsuelo de las zonas con mayores niveles de contaminación.

EG-35 CARTEL

MEDICIONES DE RESISTIVIDAD EN LABORATORIO, SIMULANDO UNA ZONA ARQUEOLÓGICA

Aguirre López Mario Alberto, Méndez Delgado Sóstenes, Regalado Rodríguez Samuel Alejandro, Durán Sandoval Miguel Ángel y Soto-Villalobos Roberto
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
marioal1906@gmail.com

El modelado de estructuras del subsuelo se puede realizar a través de varias vías, entre las cuales están: la simulación numérica, si conocemos las ecuaciones que gobiernan el fenómeno; o el modelado físico a escala de laboratorio o campo. En este trabajo se presentan mediciones de resistividad eléctrica realizadas a escala de laboratorio, simulando una zona arqueológica. Para ello se utilizó el método de dipolo-dipolo, con separaciones inter-electrónicas de 6.0 cm y valores de n de 1 a 7. Se efectuaron mediciones a lo largo de 5 perfiles con una longitud máxima de 72 cm. Para simular la zona arqueológica, se fabricó una construcción de cemento con incrustaciones de piedra caliza. La zona consiste en dos "habitaciones", una

cuadrada de 21x21 cm y otra rectangular de 15x9 cm; las "habitaciones" están unidas por un "pasillo" de cemento y en otra por una hilera de piedra caliza. Se presentan los resultados de las observaciones, así como la interpretación de los resultados.

EG-36 CARTEL

INTERPRETACIÓN DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 2D MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FILTROS PROMEDIOS MOVIL Y MEDIANA

Esteves Robles Sandra, Aguirre Díaz Juan Pablo y Tejero Andrade Andrés
Facultad de Ingeniería, UNAM
vanyjun@hotmail.com

La Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) es un método en la prospección eléctrica de corriente continua que sirve para el cálculo de la distribución de la propiedad de resistividad en el subsuelo y obtener una imagen geoelectrica que muestre la distribución de la resistividad verdadera del subsuelo. Al realizar una Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D, existen diversos factores que distorsionan las lecturas que son tomadas, uno de estos factores de distorsión es el ruido, que puede clasificarse en dos tipos: sistemáticos (polarización de electrodos, resistencia de contacto, corrientes telúricas, etc.) y aleatorios. El ruido aleatorio o ruido blanco que se encuentra presente en el medio y es una señal en dos tiempos que no guarda correlación estadística entre sí. Los equipos de última generación para prospección eléctrica permiten la ejecución de lectura de datos con varios canales simultáneamente, lo que permite abrir nuevas posibilidades en el análisis del ruido durante la toma de datos. En este trabajo, se estudia la aplicación de los filtros promedios móviles y mediana disminuir el efecto del ruido aleatorio bajo la condición de que los errores sistemáticos no cambian. La interpretación y aplicación de ambos filtros a datos de tomografía de resistividad eléctrica 2D se presentan en este trabajo.

EG-37 CARTEL

ENFOQUE TEÓRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE SUSCEPTIBILIMETROS

Esparza Francisco¹, Méndez Delgado Sóstenes² y Gómez Treviño Enrique¹
¹CICESE
²UANL, FCT
fesparz@cicese.mx

Se presenta un enfoque matemático para analizar las mediciones in-situ de susceptibilidad magnética basada en contribuciones elementales de diferentes profundidades del suelo. Nuestro análisis conduce a una relación integral compacta que relaciona las mediciones con el perfil de susceptibilidad magnética dentro del suelo, de tal manera que lo primero es un promedio pesado de lo segundo. El grado de penetración de un instrumentado dado es cuantificado por la función de peso del instrumento. Nuestros resultados para instrumentos conocidos concuerdan con resultados experimentales de otros investigadores. Presentamos resultados de tres instrumentos que han sido estudiados con anterioridad en la literatura.

EG-38 CARTEL

ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE MALLAS DE GRADIOMETRÍA GRAVIMÉTRICA

Huante Arana Francisco Enrique¹, Nava Flores Mauricio¹,
Colchado Casas Juan Carlos¹ y Ortiz Alemán José Carlos²
¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
judge_pacoi_dread@hotmail.com

En este trabajo se hace un estudio detallado del tensor de gradiometría gravimétrica y del procesamiento de datos requerido para esta técnica de prospección. Se define al tensor de gradiometría gravimétrica como el gradiente del vector de gravedad desarrollándose el análisis de sus invariantes. Se desarrolla el procesamiento de datos del tensor de gradiometría gravimétrica, que se divide en dos principales secciones: la primera para la delimitación de fuentes someras y de bordes, y la segunda para la interpretación semiautomática de anomalías. Se plantea una secuencia general de procesamiento de mapas de datos de gradiometría gravimétrica para datos reales, la cual inicia con la entrada de datos de las seis componentes del tensor de gradiometría gravimétrica y termina con la obtención de mapas de cada uno de los procesos analizados. Todos estos procesos son ejemplificados con datos sintéticos y finalmente son aplicados a datos reales adquiridos en el Domo Vinton, Louisiana. Los algoritmos utilizados resultaron satisfactorios, pues los resultados coincidieron con estudios anteriores de otros trabajos basados en la geología de la zona, estudios de prospección sísmica, registros de pozo y gravimetría convencional.

EG-39 CARTEL

MODELADO GRAVIMÉTRICO APLICANDO TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN LINEAL

Sánchez Galindo Alfredo
Instituto Politécnico Nacional, IPN
geofisaplicada@gmail.com

La interpretación cuantitativa de las anomalías de Bouguer asociadas a variaciones en la intensidad de campo gravitacional como respuesta a distribuciones de masa o contrastes de densidad en el subsuelo, registradas mediante el método gravimétrico, consiste en la localización en profundidad, determinación de la forma y estructura de densidad de los cuerpos geológicos que sirven de fuente potencial. El modelado gravimétrico que se involucra con el llamado problema directo e inverso, se considera en este trabajo como punto de partida para la interpretación cuantitativa de dichas anomalías, particularmente la determinación de un rango óptimo de densidades, mediante la aplicación de programación lineal y procesos de optimización. Se han publicado numerosos trabajos que abordan el modelado gravimétrico, algunas veces conocido como modelado directo de fuentes 2D y 3D, mencionando por ejemplo el trabajo clásico de Manik Talwani, Worzel y Landisman publicado en el año 1959 para el cálculo de anomalías producidas por fuentes bidimensionales, trabajo que toma como base la publicación de Hubbert en 1948, donde se origina la expresión conocida como integral de línea que permite el cálculo del efecto gravitacional para una fuente 2D. Por otra parte, como consecuencia de la ambigüedad inherente en el problema inverso gravimétrico, ambigüedad que conduce a un conjunto infinito de soluciones y a la imposibilidad de determinar unívocamente aspectos sobre la distribución de densidad o profundidad de enterramiento de la fuente potencial a partir de su efecto gravitacional, a menos que se impongan restricciones o constreñimientos adicionales en la estructura de densidad, esto argumentado por Skeels en 1947 y retomado por Smith en 1961, en este trabajo se utilizan herramientas propias de las programación lineal para optimizar una magnitud escalar que permita el ajuste de la respuesta del modelo con las anomalías registradas permitiendo reducir el número de soluciones admisibles, obteniendo una solución probable la cual está definida en un rango definido y no necesariamente fuera del mismo. Se describen metodologías de programación para problemas inversos lineales, tomando en cuenta la no unicidad (Sabatier 1977) de la solución, los límites de algunos parámetros o soluciones particulares tal como lo describe la teoría de cuerpos ideales propuesta por Parker en 1974 y que son considerados en el modelado gravimétrico. Estas rutinas utilizan algoritmos para la programación lineal tal como el algoritmo SIMPLEX técnica que es ampliamente descrita por los trabajos de Dantzig (1963), Golstein and Youdine (1973) y Simonnard (1962). Resultado de estos esfuerzos por localizar en el conjunto infinito de soluciones al problema inverso, propiedades comunes a todas ellas Huestis y Ander generan un programa en Fortran en 1983 denominado IDB2, para el cálculo de límites extremos en la interpretación de datos de gravedad considerando una aproximación bidimensional y el IDB para problemas tridimensionales, previo a este trabajo Cui y Bayer en 1980 publican un programa para llevar a cabo un número determinado de optimizaciones lineales para datos de gravedad y magnéticos.

EG-40 CARTEL

ALGORITMO NUEVO PARA SISTEMAS MULTICANALES EMPLEADOS EN LA BÚSQUEDA DE AGUA EN CUERPOS CELESTES.

López Rodríguez Flor
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
florlopezr@yahoo.com.mx

Investigadores se han interesado por años en encontrar agua en cuerpos celestes como la Luna o Marte. Sin embargo, se han usado métodos destructivos e invasivos en su ambiente y de esta manera han violado el acuerdo llamado "Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies" (1979). Es por esta razón que proponemos el uso de GPR para encontrar agua y otros recursos naturales. Este método es no invasivo y ecológico, para no dañar el ambiente a investigar. Además, ya que actualmente hay una tendencia cada vez mayor a emplear equipos multicanales, nuestro algoritmo nuevo propone un análisis multivariable. Con respecto a nuestro método, el radar puede colocarse sobre un vehículo como un rover o una plataforma en órbita. Su rango de operación deberá ser de por lo menos entre 50 y 200 Hz. Las señales de GPR (o de cualquier otro tipo de señal temporal) serán analizadas posteriormente por medio de la transformada de wavelet, las firmas espectrales de las cavidades subterráneas del cuerpo celeste (en donde corra el agua de forma líquida) podrán determinarse.

EG-41 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO-GRAVIMÉTRICO EN LA ZONA DE CHICONCUAC, MORELOS

Rodríguez Vega Pablo Baruch, Mauvois Guitteaud Anatole Roger, Hernández Osoy Ariadna, Galaviz Alonzo Alberto, Lozada Antonio, González López Martina y Romero Pérez Blanca Iris
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra
 baruchin_v2@hotmail.com

La zona de estudio se encuentra al poniente del Municipio de Cuautla, Morelos, geológicamente se caracteriza por la presencia de conglomerados y calizas. Mostrando evidencias de un reacomodo sub-horizontal de caliza-conglomerado y la existencia de caliza triturada, dejando entre ver un posible cabalgamiento regional descifrando los caracteres estructurales esenciales impresos en las rocas terciarias, debajo de los derrames y volcanes del Mioceno Superior. En esta zona se aplicó gravimetría con el objetivo de obtener los modelos del subsuelo para indagar la disposición de caliza con el conglomerado. Estas medidas se realizaron estableciendo estaciones separadas por 1000-1500 m. Los perfiles gravimétricos cortan los contactos geológicos caliza-conglomerado. En la graficación de datos gravimétricos es posible observar un comportamiento lineal de las lecturas de gravedad conforme aumenta la altitud sobre las calizas. Con lo anterior se establecieron patrones de variación de la gravedad con la altitud. Lo anterior permitió completar los perfiles gravimétricos de forma interpolada y extrapolada sobre los perfiles. Los datos fueron corregidos por deriva instrumental y se redujeron para obtener la anomalía de Bouguer y con esto modelar los datos para obtener un modelo del interior en la zona. En la obtención del modelo se toman en cuenta la carta geológica y los datos adquiridos en los recorridos geológicos. Los modelos obtenidos comprueban la existencia de la cabalgadura de caliza sugerida en la zona.

EG-42 CARTEL

MÉTODOS POTENCIALES, APLICADOS A LA CARACTERIZACIÓN DEL VOLCÁN TIPO MAAR. CASO LA JOYUELA, S.L.P

Galván Jesús, Torres Gaytan David Ernesto y López Loera Héctor
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
 jesus.galvan@ipicyt.edu.mx

Se presentan los estudios preliminares para caracterizar la estructura volcánica tipo maar "La Joyuela", ubicada en el campo volcánico Ventura. Ubicado al norte de la ciudad de San Luis Potosí en el municipio de Villa Hidalgo. Se calcula la edad de la Joyuela de alrededor 1.4 millones de años con el método K/Ar (Aranda-Gómez 1996). El maar la Joyuela tiene una forma de herradura con un diámetro mayor a 1500 metros y una profundidad de 100 m desde la cima hasta la base del terreno con un anillo formado de piro-clastos que lo cubre hasta desaparecer en zona Sur-Oeste (Pablo Dávila, 2003). El basamento pre-volcánico se infiere de rocas sedimentarias del Mesozoico de las Formación Cuesta del Cura y Peña. La caracterización con métodos potenciales como la Magnetometría, nos permiten estudiar la intensidad de magnetización de las rocas que se encuentra presente en las rocas y así poder construir modelos estructurales. Por su parte la gravimetría nos permite determinar las densidades de los distintos tipos de rocas y así poder construir un modelo estructural en conjunto con la magnetometría. Para el caso de la Joyuela se tiene caracterizado la estructura con 7 secciones NE-SW con una separación de 250 m entre líneas y mediciones entre estaciones cada 50 m y 25m. Además se elaboraron 7 secciones dentro del cráter con dirección NW-SE y espaciado entre estación cada 25m. La adquisición de la información se elaboro con tres magnetómetros dos Geometrics G-856 y un GEM GSM-19. Se utilizo un Geometrics G-856 como estación base tomado medidas cada 3 minutos para realizar la corrección diurna. La configuración del campo magnético muestra una anomalía dipolar asociada con la estructura volcánica de tipo maar. Se encontraron 3 dominios magnéticos principales el primero de ellos se asocia a los basaltos que rodean a la estructura, el segundo dominio se relaciona a las calizas que rodean a la estructura y el tercer dominio se liga con el material de relleno así como a los piroclastos. Con las secciones internas se pudo observar una anomalía discretizada al centro del cráter que posiblemente se familiarice con la diatrema del volcán. El trabajo se complementara con los siguientes métodos; Gravimétricos, Eléctricos y Electromagnéticos. Se tiene programado campañas de campo para detallar el área que comprende la estructura interna con los métodos antes mencionados. Con la finalidad de localizar y delimitar la geometría de la diatrema, para la construcción de un modelo teórico conceptual para la estructura volcánica tipo maar.

EG-43 CARTEL

MAGNETOMETRÍA AÉREA Y GRAVIMETRÍA SATELITAL APLICADAS A LA CARACTERIZACIÓN REGIONAL DE VOLCANES TIPO MAAR – CASO LA JOYUELA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.

Torres Gaytan David Ernesto, Galván Jesús y López Loera Héctor
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
 david.torres@ipicyt.edu.mx

El complejo volcánico Ventura de tipo intraplaca se encuentra emplazado sobre calizas del cuaternario entre la sierra de Álvarez y la sierra Del Coro. El basamento pre-volcánico se supone de rocas sedimentarias del mesozoico, de las formaciones Cuesta del Cura y La Peña. Este complejo presenta una serie de estructuras volcánicas de origen magmático e hidromagmático como La Joyuela y la Joya Honda, además en el área de estudio se encuentran diversos derrames de basaltos. En este estudio se presentan los resultados preliminares de una investigación geofísica, que tiene como base un estudio aeromagnético, realizado por el Servicio Geológico Mexicano en 1995. La información aeromagnética se procesó aplicándose algunos algoritmos matemáticos como lo son, el Campo de Referencia Geomagnético Internacional (IGRF), los algoritmos matemáticos de Baranov, (Reducción al Polo), Henderson y Ziets, (Continuaciones Analíticas y Derivadas) y el de Nabighian, (Señal Analítica) entre otros. La información Gravimétrica Satelital se tomó de International Gravimetric Bureau (BGI). Proporcionándonos; la anomalía de Bouguer Completa y la anomalía de Aire Libre, con la interpretación de anomalías gravimétricas nos permitió hacer una estimación de la forma y profundidad de la estructura a definir en el volcán de tipo Maar llamado La Joyuela. Existen dos anomalías gravimétricas principales: Aire Libre y Bouguer, la primera nos muestra la topografía del terreno, mientras que la de Bouguer representa los materiales medios de interés para un área determinada reflejando el contraste de las densidades de las rocas en el subsuelo. Los resultados iniciales de la magnetometría aérea nos muestran cinco dominios aeromagnéticos (DAM) los cuales se correlacionan con la geología del lugar. Con el proceso de la primera derivada en la componente en z se muestran los lineamientos asociados a fallas y fracturas. Con gravedad la anomalía de Bouguer se redujo a la anomalía residual de Bouguer separando el campo residual del regional por medio de polinomios de 1 y 2 orden, mostrándonos formas más locales y someras. Otras de las operaciones matemáticas hechas al campo gravimétrico son los procesos de derivadas y señal analítica, las cuales nos muestran contrastes laterales de densidades entre bloques verticales de las rocas. Con la inversión conjunta se obtuvo un modelo teórico conceptual del área de estudio La Joyuela.

EG-44 CARTEL

MODELO ESTRUCTURAL DEL GRABEN DE ACAMBAY A PARTIR DE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS (BMT Y LMT), GRAVIMÉTRICOS Y AEROMAGNÉTICOS

Maldonado Rafael Félix¹, Arzate Flores Jorge Arturo¹, Arango Galván Claudia², Lacan Pierre³, Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón¹, Pacheco Jesús³, Romero Gonzalo⁴ y Arzate Andrés⁵

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA

⁴Université Joseph Fourier

⁵Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
 rfmaldonado@geociencias.unam.mx

El graben de Acambay se encuentra situado en la zona central del cinturón volcánico transmexicano. Esta estructura tiene una orientación EW, limitada al sur por las fallas Pastores y Venta de Bravo y al norte por las fallas de Acambay-Tixmadeje y Epitacio Huerta. Su extensión aproximada es de unos 80 km por 15 km de ancho y contiene varios aparatos volcánicos activos además de que la zona comprendida por el graben ha sufrido actividad sísmica reciente por lo que la comprensión de su estructura es de suma importancia. Para este propósito se llevó a cabo un estudio geofísico en varias etapas que comprende un levantamiento magnetotelúrico de banda ancha (BMT) combinado con sondeos de período largo (LMT), un levantamiento gravimétrico a lo largo de dos perfiles que cortan perpendicularmente el graben, y el procesamiento y análisis de las cartas aeromagnéticas digitales del SGM de la zona. En el presente trabajo se discuten los modelos obtenidos de la combinación de éstos métodos, cuyos resultados preliminares sugieren máximos espesores de rellenos sedimentarios de más de 3 km y un basamento más somero en el sector norte del graben. Se espera que los modelos estructurales obtenidos también arrojen información relevante relacionada con el sistema geotermal asociado al volcán Temascalcingo.

EG-45 CARTEL

ESTRUCTURA CORTICAL SOMERA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA (SECTOR CENTRO-ORIENTAL). RELACIONES CON EL TERRENO GUERRERO Y LA SIERRA MADRE ORIENTAL (DOMINIO CONTINENTAL) A PARTIR DE DATOS GRAVIMÉTRICOS

Ramón Márquez Víctor Manuel¹ y Campos Enríquez Jose Oscar²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM
vic_vmmr@hotmail.com

Basados en la interpretación de 9 perfiles gravimétricos regionales, con orientación NE-SW y longitudes entre 160 y 340 km, se estableció la estructura cortical somera de la Faja Volcánica Transmexicana, en las partes oriental de su sector central y, en la parte occidental de su sector oriental. Al occidente, el área de estudio está limitada por una línea NE-SW que pasa por las calderas de Los Azufre y Amealco y el semi-graben de Aljibes. Al oriente está limitada por una línea NE-SW que pasa por el volcán Zempoala, al occidente del volcán Telapón, y al occidente de la caldera de Acapulco. Este cubrimiento permite analizar, de oeste a este, la estructura cortical somera de la Faja Volcánica Transmexicana. En general, se establecen las relaciones de la Faja Volcánica Transmexicana con la parte nor-oriental del Terreno Guerrero, así como con el denominado Dominio Continental (Sierra Madre Oriental). En particular se establece la estructura de los Valles de Toluca y de México. De acuerdo a los resultados, entre la parte nor-oriental del Terreno Guerrero, y la parte sur-occidental de la Sierra Madre Oriental, se establece la existencia de una gran depresión que varía de 25 a 100 km de ancho (tipo semi-graben), rellena por productos volcánicos del Cenozoico. Sólo en las porciones correspondientes a los Valles de Toluca y de México, esta depresión tienen una expresión geomorfológica clara. El graben de Acambay se encuentra ubicado sobre el límite norte de esta gran depresión. La caldera de los Azufres y el campo volcánico de Zitácuaro se encuentran sobre un bloque cortical levantado que limita al sur de dicha depresión. Se infiere que el límite oriental del Terreno Guerrero se continua por debajo de la Faja Volcánica Transmexicana hacia el límite sur de la gran depresión. Por otro lado se infiere el contacto entre el Complejo Acatlán y el micro-continente Oaxaquia, que pasa a través de la Sierra de Las Cruces al sur, y se prolonga hacia al norte justo en el límite norte del Graben de Acambay.

EG-46 CARTEL

MODELACIÓN INVERSA 3D DE LA ANOMALÍA RESIDUAL ISOSTÁTICA DE LA CUENCA BARINAS ESTE

García Abdeslem Juan¹, Regalado Jimmy² y Cerquone Hugo²¹CICESE²Petróleos de Venezuela, PDVSA
jgarcia@cicese.mx

Como parte integral de la estrategia de exploración de la Gerencia de Geofísica de PDVSA en el occidente de Venezuela, realizamos la modelación inversa 3D de la anomalía residual isostática de la Cuenca Barinas Este. Calculamos la anomalía de Bouguer completa utilizando datos de topografía de la SRTM a una distancia de 100 km, asignando una densidad de 2 g/cm³ a los sedimentos que cubren las tierras bajas (< 500 m SNM) del occidente de Venezuela, y 2.67 g/cm³ para los Andes de Venezuela y para la Cordillera de la Costa. Restando a la anomalía de Bouguer calculada un efecto regional, estimado a partir de un modelo isostático de tipo regional, obtuvimos una anomalía residual isostática. Esta anomalía fue modelada utilizando un algoritmo de inversión lineal, para inferir el contraste en densidad del subsuelo en una región de 80 x 80 km. El problema inverso incluye 5670 datos de gravedad distribuidos regularmente en una malla con nodos espaciados 1-km. La geometría del modelo es un cuboide de 4320 prismas, distribuidos en 15 estratos entre 0 y 12 km de profundidad. Cada estrato incluye 288 prismas de 5 x 5 km en extensión horizontal. En el modelo a priori el estrato más somero se le asignó un contraste en densidad de -0.67 g/m³ en estratos más profundos se asignó un contraste en densidad que disminuye linealmente con la profundidad. La anomalía de gravedad observada fue explicada con un desajuste que varía entre -0.5 y 1.7 mGal. En el modelo obtenido se interpreta que la superficie cuyo contraste en densidad es cero corresponde al basamento económico, al cual sobreyacen secuencias sedimentarias poco deformadas que alcanzan un espesor entre 2.5 y 3 km. La tendencia a profundidad en la densidad del modelo es consistente con el registro de densidad de un pozo, sugiriendo que el modelo describe razonablemente la densidad del subsuelo.

EG-47 CARTEL

EVIDENCIAS BASADAS EN SÍSMICA DE REFLEXIÓN DE UN SECTOR DE TECTÓNICA INACTIVA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Montoya Valenzuela Jose Adalberto¹, González Escobar Mario², Gallardo Mata Clemente German², Pacheco Romero Martin² y Arregui Ojeda Sergio²¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE²CICESE

jmontoya@cicese.edu.mx

El Golfo de California constituye un segmento del límite de las placas Pacífico y Norte América, relacionado a un proceso tectónico de rift oceánico, el cual permitió la separación de la Península de Baja California, dando origen al Golfo de California. En la parte norte del Golfo se localizan una serie de cuencas sedimentarias, las cuales están divididas en dos grupos tectónicos: activas e inactivas. Las cuencas activas se localizan al oeste y son: Wagner; Consag; Delfín Superior e Inferior, mientras que las inactivas se encuentran al este siendo: Adair; Tepoca y Tiburón. Dentro de las cuencas inactivas, no se conoce con detalle sus características tectónicas estratigráficas, esto debido en gran parte a la gran cantidad de sedimentos depositados, a una nula actividad sísmica y a los pocos estudios realizados. De los pocos trabajos realizados, algunos han sido con base en información de perfiles sísmicos de reflexión que fueron colectados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), y se considera que falta por trabajar aproximadamente un 50 % de la información. La propuesta en este proyecto es la de realizar el proceso e interpretación de las líneas sísmicas de reflexión que se tienen en el sector este de la región más al norte del Golfo de California en frente de las costas de Puerto Peñasco, en donde está presente parte de la zona tectónicamente inactiva y que no ha sido utilizada en trabajos previos, la zona de estudio cubre un área de ~1,200.00 Km cuadrados y se encuentra entre la Cuenca Wagner al oeste y la Cuenca Adair al este. Los datos para la realización de este proyecto fueron suministrados por Petróleos Mexicanos (PEMEX), y pertenecen al prospecto San Felipe-Tiburón en el Golfo de California, se presentan resultados a partir del procesamiento e interpretación de datos sísmicos de reflexión marinos 2D multicanal, con el objetivo de obtener un mapa estructural de mayor detalle que ayude a incrementar el conocimiento de la evolución tectónica del Golfo en el sector más al norte del golfo de California en el sector inactivo tectónicamente.

EG-48 CARTEL

EVIDENCIAS ESTRUCTURALES Y SISMOESTRATIGRÁFICAS EN LA PARTE CENTRAL DE LA PLATAFORMA MAGDALENA, MARGEN OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Salazar Cardenas Rosa Margarita, González Escobar Mario, Gallardo Mata Clemente German, Pacheco Romero Martin y Arregui Ojeda Sergio

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

rsalazar@cicese.edu.mx

Localizada a lo largo del margen occidental de Baja California Sur, la plataforma Magdalena es considerada como una cuenca antearco, siendo ésta el resultado de los procesos de convergencia de la subducción de la placa de Farallón debajo de la Norteamericana. Las cuencas antearco se localizan entre el prisma de acreción y el arco volcánico, el relleno de estas cuencas se dispone por la erosión del arco volcánico cercano que provee de sedimentos volcanoclasticos y arcóscicos. El prisma de acreción también puede ser fuente de sedimentos y servir de barrera para represar los sedimentos en la cuenca de antearco y puede haber aporte de sedimentos derivados del complejo de subducción que puede contener ofiolitas. Mucho de lo existente en la literatura es bajo suposiciones y el detalle de las características de la cuenca es poco conocido. A través de un convenio de cooperación entre PEMEX-CICESE del prospecto exploratorio "Bahía Magdalena" se ha tenido acceso a datos de estudios geofísicos del subsuelo realizados por dicha empresa en esa región. Se presentan resultados a partir del proceso e interpretación de las líneas sísmicas de reflexión 2D. Dentro de estos resultados se muestran tres principales horizontes sísmicos y la falla San Lorenzo que han sido reportados en la literatura de Brother et al, 2012.

EG-49 CARTEL

MAPA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Gallardo Mata Clemente German, González Escobar Mario, Martín Barajas Arturo, Arregui Ojeda Sergio y Pacheco Romero Martin

CICESE

gegallar@cicese.edu.mx

A finales de los 70's y principios de los 80's, Petróleos Mexicanos (PEMEX) implementó un programa de exploración intensa en el noroeste de México; durante el cual se recolectaron datos sísmicos de reflexión multicanal 2D terrestres y marinos. Desde el 2005 hasta la actualidad, esta información sísmica ha sido procesada e interpretada como parte de un convenio de cooperación entre PEMEX Exploración y el CICESE. El área de estudio se localiza entre la frontera de las placas del

Pacífico-Norteamérica, al norte del Golfo de California, Valle de Mexicali, desierto de Altar (Sonora). Se presenta el resultado de los perfiles sísmicos trabajados hasta la actualidad producto de la colaboración del grupo de trabajo que participa en este proyecto. La finalidad de este trabajo es realizar un mapa estructural base donde se incorpore toda la información que se obtenga de las secciones sísmicas y la que en un futuro se pueda cosechar, con el objetivo principal de conocer la ubicación de las estructuras geológicas (fallas) que representen riesgo sísmico. Actualmente, se puede interpretar fallas activas conocidas con sismicidad asociada, así como estructuras pasivas sepultadas por sedimentos.

EG-50 CARTEL

DEFORMATION OF THE CONTINENTAL SLOPE OFF MANZANILLO MEXICO DUE TO SEAMOUNT SUBDUCTION

Bandy William¹, Castillo Maldonado Mariana² y Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²UNAM

bandy@geofisica.unam.mx

The west coast of Mexico presents a complex pattern of deformation related to the convergence and subduction of the Rivera plate beneath the Jalisco Block/North American plate. Previous single beam bathymetric data have evidenced a large bathymetric high at 104.6218oW, 18.7123oN, in the continental slope region off Manzanillo, Mexico. One school of thought held that this high was the offshore extension of the onshore Manzanillo horst, although the two features are offset in a right-lateral sense. Alternatively, given the presence of a large positive magnetic anomaly near the bathymetric high, the high could also be caused by the collision and subsequent subduction of a large seamount. Given that the offset between the two structures was the main evidence for proposing the existence of a forearc sliver in the offshore area of the Jalisco margin, resolving the nature of this bathymetric high is quite important in our attempts to understand the plate kinematics and tectonics of this region. Thus, to better define the deformation pattern associated with the bathymetric high, multibeam bathymetric data (obtained using the Kongsberg EM300 multibeam system), subbottom profiles (obtained using the Kongsberg TOPAS18 system), and total field magnetic data (obtained using the Geometrics G877 marine proton precession magnetometer) were collected in the continental slope region between Manzanillo, Colima, and Chamela, Jalisco, during several cruises of UNAM's research vessel the B.O. EL PUMA. The morphology and structural deformation patterns obtained in this study indicate very clearly that a large seamount is in the process of subducting beneath the continental slope off Manzanillo. The results also indicate that not only has the seamount uplifted the slope but has resulted in slumping of the area of the slope landward of the seamount. Given these results the proposal of the existence of an independent forearc sliver in the offshore area of the southern Jalisco block needs to be reevaluated. (Funding provided by DGAPA grants IN115513, IN108110 and IN104707 and CONACyT grant 50235).

EG-51 CARTEL

MODELADO ESTÁTICO DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS

Osorio Erick y Plata Sanchez Leonardo Javier

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

La descripción de la distribución de porosidad en un yacimiento es un aspecto muy importante en ingeniería de yacimientos. Tiene un impacto directo en las decisiones económicas que se realizan sobre los proyectos de exploración y producción. Una técnica desarrollada para aplicar métodos estadísticos a los problemas de las Ciencias de la Tierra es la geoestadística. Ésta se encarga de estudiar la continuidad espacial de los atributos de un yacimiento, con la finalidad de proporcionar caracterizaciones heterogéneas de los yacimientos a través de diversos métodos de estimación. Con la información obtenida de la evaluación petrofísica se realiza una lito-correlación de los pozos y una correlación de zona de interés (plays). Crear un modelo tridimensional (3-D) utilizando técnicas geoestadísticas de variografía, estimación y simulación de cada una de las propiedades petrofísicas obtenidas en la evaluación de los pozos para observar el tamaño de la zona de interés. Con este trabajo se propone una metodología para el modelado estático de un yacimiento a partir de los registros geofísicos de pozos. Cabe mencionar que se utilizaron softwares especializados como el Techlog, Petrel y el SGeMS. El primero para la evaluación petrofísica, el segundo para la correlación con información sísmica y el tercero para la parte de geoestadística. Con todo lo anterior se obtiene un cubo de cada propiedad petrofísica. Los resultados en conjunto contribuyen para realizar la cuantificación de la reserva del yacimiento

EG-52 CARTEL

EVALUACIÓN PETROFÍSICA BÁSICA ASISTIDA DE UN POZO DE UN CAMPO NATURALMENTE FRACTURADO

Osorio Erick y Juárez Téllez Francisco Javier

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

La Petrofísica se encarga de caracterizar las propiedades físicas y texturales de las rocas, especialmente la distribución de los poros, que sirven como depósitos para las acumulaciones de hidrocarburos, y que permiten considerarlas como posibles prospectos para la explotación. También caracteriza los fluidos contenidos en ellas, mediante la integración del entorno geológico, perfiles de pozos, análisis de muestras de roca y sus fluidos e historias de producción. El objetivo del trabajo es presentar un flujo de trabajo para la evaluación petrofísica general de un pozo de un campo naturalmente fracturado, se cuenta con información de registros geofísicos de pozos convencionales de agujero descubierto. Las curvas de resistividad, densidad, neutrón, sónico y rayos gamma nos servirán para calcular las propiedades petrofísicas de porosidad, saturación de agua, mineralogía y permeabilidad. Y se realizará una comparación entre los modelos de saturación de agua de Archie, Simandoux y Doble Agua El software utilizado para este trabajo es el Techlog para la visualización, procesamiento e interpretación de los registros de pozos.

EG-53 CARTEL

CORRELACIÓN DE POZOS CON REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS DE UN YACIMIENTO NATURALMENTE FRACTURADO

Osorio Erick y Acatitlán Bautista Magdalena

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

ing.eosorio@outlook.com

En una unidad de roca es importante tomar en cuenta sus propiedades petrofísicas como son: tipos de porosidad, de permeabilidad, así como sus propiedades litológicas como la temperatura y presión a la que se encuentra sometida la roca. Uno de los métodos geofísicos indirectos para la obtención de estas características litológicas y las propiedades petrofísicas son los registros geofísicos de pozo. Las mediciones de estos registros no solo dependen de la porosidad, sino que también dependen de la litología de la formación, los fluidos presentes en el espacio poroso, y, en algunos casos, la geometría del medio poroso. Mediante la caracterización petrofísica de un yacimiento, se busca calcular con mayor precisión las reservas de hidrocarburos para evaluar la factibilidad económica de un proyecto. En cuanto a los parámetros necesarios para llevar a cabo dicha evaluación se encuentran la porosidad, la permeabilidad, la saturación de fluidos (agua e hidrocarburos –petróleo y/o gas), el volumen de arcillosidad, el espesor del yacimiento y su área, la mineralogía de la formación, la movilidad del petróleo y la distribución del tamaño de los granos. Adicionalmente, se tienen que considerar la geometría del yacimiento, la temperatura, presión y litología, los cuales representan las características más importantes en la evaluación, planeación y producción del yacimiento. En este trabajo se presenta una evaluación de un yacimiento naturalmente fracturado con 4 pozos y se hará una correlación de los pozos y su calibración con núcleos

EG-54 CARTEL

SISTEMA PARA EL REGISTRO DIGITAL DE SEÑALES MAGNETO-TELÚRICAS CON BOBINAS DE INDUCCIÓN BF4

Brasseea Ochoa Jesús María y Romo Jones José Manuel

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

jbrasseea@cicese.mx

Presentamos el diseño, la construcción y prueba de un sistema de registro digital de señales de 6 canales con 24 bits de resolución y muestreo de 15 Hz, con el que estamos registrando las variaciones de los campos eléctricos y magnéticos inducidos en la Tierra, en la región del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, Mexicali, Baja California. Las señales de las dos componentes horizontales del campo geoelectrónico se obtienen con dipolos de 25 m de longitud, formados con electrodos impolarizables. Las señales de las dos componentes horizontales del campo geomagnético se obtienen con bobinas de inducción BF4 con respuesta en frecuencia de 0.001 Hz a 1 KHz. Estas señales son filtradas Pasa-Banda con frecuencias de corte inferior de 0.014 Hz y superior de 7.45 Hz antes de su registro. El sistema de registro se pone en operación por medio de programa desarrollado para laptop, que permite el monitoreo gráfico en pantalla de las señales a registrar, el cambio de escala de cada uno de los canales, la sincronización con GPS, el establecimiento del tiempo de inicio del registros de datos, entre otras cosas. El sistema de registro portátil tiene capacidad de almacenamiento en memoria USB de 8GB, se alimenta con baterías de 12 Volts del tipo automotriz, consume menos de 4 Watts que permite operación continua por varias semanas.

EG-55 CARTEL

PROCESAMIENTO E INTERPRETACION DE DATOS DE TAMIZ Y RADIOMETRIA DEL CONO MONOMAGNÉTICO “EL ZAPOTECAS”, UBICADO EN LA ZONA DE SAN GREGORIO ZACAPECHPAN - CHOLULA, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

Rojas Cardenas Jesus Alberto, San Miguel Gutierrez Juan Carlos y Coconi Morales Enrique
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
 albert_5367@hotmail.com

El propósito de este trabajo, es el obtener las características de tamaño de grano y propiedades radioactivas del cono monomagnético “El Zapoteca”. La ubicación del cono volcánico-monomagnético se encuentra cerca de la zona rural de San Gregorio Zacapecpan- Cholula en el estado de Puebla y comprende una extensión de 5.75 Km² aproximadamente. Tomando en cuenta la información preliminar del cono volcánico previo, cartas topográfica, geológica y geológica - minera de Huejotzingo y Puebla; se determinó el área de estudio con sus respectivas características, se planteó una distribución de puntos en dicha área a cada 150m, donde se realizó la toma de muestra de cada uno de ellos. La adquisición de las muestras se llevó a cabo a través de la distribución de 5 líneas con un orientación Norte-Sur, con el objetivo de tomar en cada punto una porción de un kilogramo de material, al igual una muestra de algún afloramiento cercano al punto; para ser procesado. En la fase de procesamiento e interpretación, con las muestras adquiridas en campo, se realizó el tamizado a diez diferentes diámetros (Di), con el propósito de obtener el peso resultante en cada uno (Di); para el cual primeramente se llevó un control de calidad tomando en cuenta la cantidad de material introducido al conjunto de tamices, al inicio y al final, para obtener un margen de error pequeño. Así mismo a las muestras de afloramientos, se le realizaron mediciones radiométricas calibrando el aparato con el material que se adquirió en campo de cada punto respectivamente. Se realizaron mapas de los datos resultantes del laboratorio, como los fueron los de abundancia de material (por tamaño), de presencia de los tamaños de cada phi con respecto al peso procesado y de radioactividad total. Los cuales se realizaron con el método de interpolación de Krigging. En la fase de análisis e interpretación de los mapas configurados con los datos de laboratorio resultantes, se realizó una correlacionaron con la geología y topografía de la zona. En donde se obtuvieron como resultados unas anomalías que corresponden a un cambio en la composición de los materiales, que se relaciona con varios eventos geológicos y tamaños de granos del mismo; en algunas de las partes de la geometría del cono. En conclusión los mapas de contorno de características del tamaño de grano junto con los niveles de radioactividad, se asocia una anomalía que se presenta en el cráter del cono tanto en los mapas mencionados como en campo, este tiene una abundancia de diferentes tamaños de granos, por el cual la distribución del grano puede estar asociado geológicamente al intemperismo que se dio en la punta del cerro y en la terraza superior, los cuales por efecto de carga a la parte del cráter.

EG-56 CARTEL

RADON-RELATED MECHANISM OF GENERATION OF GEOMAGNETIC ANOMALIES. VOLCANO POPOCATEPETL AREA CASE STUDY, MEXICO

Kotsarenko Anatoliy¹, Grimalsky Volodymyr², Yutsis Vsevolod³ y Koshova Svitlana²

¹UNACAR

²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM

³Applied Geosciences Department, Potosino Institute of Scientific Research and Technology
 kotsarenko@gmail.com

Mechanism of the geomagnetic noise generation due to ionization caused by intensive radon emanation is investigated within the classic electrode effect, i.e. without the turbulence and taking into account only light ions. Inducted magnetic fields are of the order of values 10-3 – 10-1 nT. They are not high, but there exists a possibility to increase them up till 1 – 10 nT, if the electric field is $E_0 > 1$ kV/m, which can be observed in the mountains.

Sesión Regular

Física espacial

Organizadores:

Ernesto Aguilar

Román Pérez Enríquez

Guadalupe Cordero

FE-1

PROPERTIES OF MIRROR MODE WAVES OBSERVED IN THE KRONIAN MAGNETOSPHERE

Rodríguez-Martínez Mario¹, Blanco Cano Xóchitl², Russell Christopher³, Aguilar-Rodríguez Ernesto⁴, Arriaga Contreras Vanessa Raquel⁵, Wilson Robert⁶ y Dougherty Michele K.⁷

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Campus Morelia

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Institute of Geophysics and Planetary Physics, UCLA, USA

⁴Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁵Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia

⁶Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado, USA

⁷Imperial College, Department of Physics UK

mrodriguez@enesmorelia.unam.mx

Mirror Mode Waves (MMW) were observed with Cassini spacecraft in the Kronian middle magnetosphere. They are compressive waves characterized by strong deeps in the magnetic field magnitude and anti-correlated with density. Furthermore, MMW share a common origin with the Ion Cyclotron Waves (ICW), requiring the condition of anisotropy in the plasma temperature (pressure) ($T_{\perp}/T_{\parallel} > 1$). In this work we analyze four Cassini's orbits, with low inclination angle $< 0.5^{\circ}$, of 2005. The data were obtained from MAG and CAPS instruments. We perform a study about the wave properties and their region of occurrence. We found that the MMW can appear between 6 RS and 6.9 RS, with respect to Saturn's center, indicating that they are further away than ICW. Finally, we use linear kinetic theory, using WHAMP code, in order to determine conditions for wave growth in a plasma resembling the regions where these modes were observed.

FE-2

DIFFRACTION OF ACOUSTIC WAVES BY FINITE SYSTEMS OF SCREENS IN 2D SPACE.

Karlovich Yuri¹, Burlak Gennadiy² y Rivera Noriega Jorge³

¹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM
karlovich@uaem.mx

The talk is devoted to diffraction problems for time-harmonic acoustic waves on finite systems of thin parallel strips in 2D space. Boundary-transmission problems including the mixed Dirichlet/Neumann and impedance problems for the two-dimensional Helmholtz equation are considered in a Sobolev space setting (the finite energy norm space). The boundary-transmission conditions depend on the materials of the surfaces of screens and the geometry of systems of screens. Considered diffraction problems are reduced to studying equivalent systems of convolution type equations with matrix discontinuous oscillating symbols by making use of suitable integral representations. Applying recent progress in the theory of convolution type equations, we study the solvability of corresponding diffraction problems.

FE-3

TORMENTAS DE MODOS TIPO ESPEJO EN LA MAGNETOFUNDA TERRESTRE

Rojas Castillo Diana¹, Blanco Cano Xóchitl², Russell Christopher³ y Enríquez Rivera Olivia¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²IGPP, UCLA

dianar@geofisica.unam.mx

La interacción del viento solar con el campo magnético de la Tierra da como resultado la formación de la magnetósfera, la cual se encuentra rodeada por la magnetopausa y el choque de proa. Entre estas dos capas se localiza la magnetofunda, región de plasma altamente perturbado donde abundan ondas de ultra baja frecuencia que juegan un papel muy importante en la redistribución de energía y momento desde la región del choque y hasta la magnetopausa. Uno de los modos presentes en la magnetofunda es el modo espejo, este tipo de ondas se encuentran frecuentemente en el viento solar y ambientes magnetosféricos. Russell et al. (2009) y Enríquez-Rivera et al. (2013) reportaron la ocurrencia de tormentas tipo espejo en el viento solar. Tales tormentas consisten en trenes de hoyos y picos en la magnitud del campo magnético que pueden durar horas. En este trabajo mostramos la existencia de tormentas espejo en el plasma de la magnetofunda a partir de datos de la misión THEMIS. También analizamos la evolución de las distribuciones de iones asociados a las regiones con presencia de ondas tipo espejo.

FE-4

THE FIELD STRUCTURE OF RANDOMLY DISTRIBUTED ELECTROMAGNETIC EMITTERS IN 3D SPACE

Burlak Gennadiy¹, Karlovich Yuri² y Atakchieva Messouma²

¹CIICAp, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

²Universidad Autónoma del Estado de Morelos

gburlak@uaem.mx

We study a 3D system filled by randomly distributed electromagnetic (optical) emitters that are pumped by the external power electromagnetic wave. To find the optimal optical path between the radiated emitters the Fermat principle was used and it is numerically implemented by means of the travelling salesman approach (TSP) that is generalized to 3D geometry. It is studied the spatial field structure and the field correlation function numerically. The simulation tests are presented and the optimal optical trajectory of the light emission that penetrates the entire 3D space is discussed.

FE-5

ESTUDIO DE LAS ONDAS DE ALFVEN EN LA ATMÓSFERA SOLAR USANDO UN NUEVO CÓDIGO DE LA MHD IDEAL

González José Juan¹, Cruz Alejandro¹, Lora Fabio Duvan² y Guzmán Francisco Siddhartha¹

¹Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH

²Instituto de Astronomía, UNAM

javiles@ifm.umich.mx

En este trabajo se presenta un nuevo código de magnetohidrodinámica (MHD) ideal en tres dimensiones cartesianas. Es un código que resuelve las ecuaciones de Euler-Maxwell usando el esquema de High-Resolution Shock-Capturing (HRSC). Para validar el código, se presentan las pruebas a que fue sometido y satisface. El código está encaminado hacia la física solar, específicamente a las simulaciones 3D de los fenómenos de convección magnética en la fotosfera y en la zona de convección. Como una primera aplicación se hace el estudio de las ondas de Alfvén presentes en la atmósfera solar tomando en cuenta los efectos gravitacionales, para esto se resuelven numéricamente las ecuaciones de la MHD ideal con una distribución de temperatura realista y un término de gravedad en una dirección específica.

FE-6

LOCALIZACIÓN 3D DE TRANSIENTES DE "PEQUEÑA" ESCALA EN LA CORONA SOLAR

López Portela Cynthia y Blanco Cano Xóchitl

Instituto de Geofísica, UNAM

cynthia@geofisica.unam.mx

En este trabajo estudiamos la cinemática y la localización 3D de los eventos transitorios de "pequeña" escala, observados por los coronógrafos de la sonda SOHO (C2/LASCO y C3/LASCO) y COR2/SECCHI de las naves gemelas de la misión STEREO, durante los años 2007 y 2008, i.e., durante el mínimo extendido del ciclo de actividad solar 23. Estos eventos transitorios son "pequeñas" fluctuaciones de densidad de luz blanca en la corona y fueron nombrados por Sheeley et al. (1997), como blobs. La importancia del estudio de la propagación de estas estructuras es que son las únicas trazadoras en luz blanca del viento solar lento. Así entonces, el estudio de su propagación nos da información sobre el tipo de movimiento y posible origen del viento solar lento, hasta ahora desconocido. En este trabajo utilizamos la técnica de reconstrucción 3D estudiado por Mierla et al. (2008), para describir la trayectoria de propagación de los blobs sin proyección de 2 a 15 radios solares, e inferimos su localización en la corona "cercana" (a partir de la superficie solar hasta 2.5 radios solares), haciendo uso del modelo PFSS (Potential Field Source Surface) de la configuración del campo magnético tridimensional, calculado a través del paquete desarrollado por DeRosa (2010) bajo el lenguaje de IDL (Interactive Data Language) y distribuido por SolarSoft.

FE-7

ACTIVIDAD GEOMAGNÉTICA CON VALORES DE DST > 50 NT Y SU INFLUENCIA EN LA IONOSFERA A LATITUDES MEDIAS DESDE 1999 A 2014

Ibarra Ortega Héctor Enrique, Pérez Enríquez Román,

López Montes Rebeca y López Cruz Abeyro José Antonio

Centro de Geociencias, UNAM

hector8864@yahoo.com

Una tormenta geomagnética es una perturbación temporal en la magnetosfera terrestre causada por el viento solar. La fase inicial de la tormenta es llamada "comienzo repentino" (sudden commencement, SSC). No todas las tormentas presentan esta fase inicial y no todos los "comienzos repentinos" corresponden a una tormenta. En este trabajo analizamos el impacto en la ionosfera para eventos de 1999 al 2014, en los cuales el índice Dst presenta valores mayores a 50 nT,

asociados o no a una tormenta geomagnética. Para esto hemos calculado el TEC en la ionosfera usando estaciones GPS localizadas a latitudes medias. Tomamos de referencia la peculiar tormenta geomagnética del 16 de Junio de 2012 para la cual el índice Dst alcanzo valores de 95 nT seguido de un mínimo en la fase principal de tormenta de -71 nT, para ver si el comportamiento de la ionosfera puede ayudarnos a entender el origen del incremento en el Dst.

FE-8

PERTURBACIONES IONOSFÉRICAS DETECTADAS POR EL MEXART: UN ANÁLISIS ESPECTRAL.

Ugalde Luis Gerardo¹ y Carrillo Vargas Armando²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
luisugalde@ciencias.unam.mx

Por ser un plasma, la ionosfera terrestre puede alterar la propagación de ondas electromagnéticas que pasan a través de ella. El parámetro principal que determina el grado de alteración es la densidad de electrones. Cuando tienen lugar perturbaciones ionosféricas, que bien pueden estar asociadas a variaciones en el campo geomagnético, la densidad electrónica local de la ionosfera puede tener marcadas fluctuaciones, mismas que cambian las propiedades de las ondas radioeléctricas que se propagan a lo largo de ellas. El radiotelescopio MEXART, que opera a una frecuencia de 139.65 MHz y está destinado a estudios de centelleo interplanetario (CIP por sus siglas en inglés), detecta estos cambios en su señal, lo cual representa un problema pues contamina los datos de CIP. El objetivo de este trabajo es aplicar herramientas de análisis de series de tiempo como transformada de Fourier (FFT) y ondoletas (Wavelet) para conocer las características de este ruido determinar el grado de perturbación inducido por la ionosfera. Se presenta un estudio de las principales anomalías detectadas en los últimos dos años por el MEXART.

FE-9

PERTURBACIONES IONOSFÉRICAS ASOCIADAS A EVENTOS SOLARES DE ALTA ENERGÍA

López Montes Rebeca y Pérez Enríquez Román

Centro de Geociencias, UNAM
rebecamont@gmail.com

La ionosfera terrestre es generada principalmente por la llegada de radiación electromagnética de alta energía a la atmósfera superior (UVE). Sin embargo, otros tipos de radiación como los rayos X, rayos Gamma y partículas energéticas pueden perturbar la ionosfera, como es el caso del evento solar del 14 de julio 2000. En esta investigación, éste evento se toma como referencia para el análisis de ráfagas solares similares y estudiar su posible impacto sobre la ionosfera. Se analizan un total de 25 eventos, desde el año 2003 a la fecha. Eventos entre el 2000-2002 no se consideran debido a que la actividad solar durante este período de tiempo era tal, que los eventos no se aíslan lo suficiente como para distinguir entre perturbaciones ionosféricas causadas por radiación de las debidas a actividad geomagnética. Este estudio se realizó mediante el cálculo del contenido total de electrones (TEC) en la ionosfera usando estaciones GPS ubicadas en diferentes regiones de México.

FE-10

THE WAVELET TRANSFORM FUNCTION TO ANALYZE INTERPLANETARY SCINTILLATION OBSERVATIONS

Aguilar-Rodríguez Ernesto¹, Rodríguez-Martínez Mario², Romero-Hernández Esmeralda¹, Mejía-Ambríz Julio César³, González-Esparza Juan Américo³ y Tokumaru Munetoshi⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²ENES, Campus Morelia

³University of California San Diego

⁴Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya, Japón
ernesto@geofisica.unam.mx

Interplanetary scintillation (IPS) observations are useful to remotely sense the inner heliosphere. We present a new technique to analyze IPS observations using a wavelet transform (WT) function. This technique allows us to derive, in a straightforward way, a simple method to obtain the scintillation index (m). We tested this WT technique to analyze IPS observations obtained by the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL) radio telescope. The analysis of the m index of the radio source 3C48 detected by STEL over the year 2012 shows the expected decrease with solar elongation reported in previous studies. The WT technique has a great potential for future solar wind studies using IPS observations from contemporary radio telescopes.

FE-11

CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTRÓMETRO DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL-ESPECTRAL PARA DETECCIÓN EN RADIO DE EVENTOS TRANSITORIOS RÁPIDOS DEL SOL

Casillas Perez Gilberto Armando¹, Pérez Enríquez Román² y Jeyakumar Solai³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato
gacp@geofisica.unam.mx

Los eventos transitorios rápidos cuyas duraciones son del orden de milisegundos o menos, pueden originarse desde diferentes ambientes astrofísicos incluyendo el sistema solar. Los eventos transitorios rápidos solares han sido escasamente explorados en la banda de radio, aun cuando su estudio es una vía posible para entender los procesos físicos que se desarrollan en el Sol. Estos eventos producen emisiones de energía con densidades de flujo mucho mayores que las emisiones del Sol durante su fase de actividad normal, por lo que es posible detectarlos en la banda de radio, utilizando técnicas digitales en conjunto con antenas pequeñas y receptores de alta resolución temporal-espectral. En este trabajo reportamos los avances sobre un instrumento que está en desarrollo para detectar eventos transitorios rápidos del Sol, utilizando técnicas y dispositivos digitales FPGA/ADC en combinación con un receptor de alta resolución temporal-espectral y dos antenas pequeñas de 2.3 m de diámetro.

FE-12

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN DE RESONANCIA SCHUMANN (ERS-01), DE COENEO MICHOACÁN, AVANCES Y PERSPECTIVAS.

Rodríguez Osorio Daniel¹, Mendoza Ortega Blanca Emma¹, Sierra Figueredo

Pablo², Vázquez Hernández Samuel¹ y Andrade Mascote Ernesto¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba
daniel@geofisica.unam.mx

El sistema adquirente se compone de un conjunto de elementos de hardware (un NI-WLS9215, un servidor y una unidad de almacenamiento) y de software (rutinas programadas en lenguaje C, Labview y Python). A un año de haber mostrado los detalles de la adquisición de datos en la ERS-01, en esta ocasión se presentan los avances del sistema adquirente. El sistema se migró a un equipo más robusto (equipo de cómputo tipo servidor), se instaló un arreglo RAID (configurado en su modalidad 5) de 8 TB, para el almacenamiento de los datos, se agregó un canal de adquisición (correspondiente a la antena de monitoreo de campo eléctrico), se refinaron las rutinas de almacenamiento y generación de espectros, y como parte final se incrustó un sistema graficador bastante eficiente capaz de obtener espectros de todo un día de datos con reducidas indicaciones a través de una interfaz gráfica. En un año de trabajo, en lo referente al sistema de cómputo de la ERS-01 se lograron avances significativos.

FE-13

LA VARIABILIDAD DE LA IRRADIANCIA SOLAR TOTAL DURANTE EL HOLOCENO

Velasco Herrera Víctor Manuel¹, Take Vazquez Julio Alberto² y Sosa Flores Oscar²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Posgrado de Ingeniería, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

La radiación total solar es el principal forzado externo de energía del sistema climático terrestre, y sus variaciones pueden contribuir al cambio climático natural. Esta variabilidad se caracteriza por periodicidades decenales, seculares y súper seculares. Estas son de particular interés ahora que el comportamiento del ciclo mínimo solar 23 ha mostrado un declive de actividad en las observaciones solares y esto podría estar indicando el inicio de un nuevo gran mínimo solar. La reconstrucción de la irradiancia solar total y su estimación en los próximos ciclos solares es uno de los problemas actuales de la física solar, porque la posible ocurrencia de un gran mínimo solar probablemente tendrá un impacto en el clima de la Tierra. En este estudio, utilizando los datos del PMOD y ACRIM, hemos realizado una reconstrucción de la irradiancia solar total desde el año -10,000 AC hasta el 2100 DC. Se ha logrado por primera vez reconstruir el ciclo solar de 11 años durante todo el Holoceno y dependiendo del compuesto utilizado PMOD o ACRIM nosotros encontramos un gran mínimo para el siglo 21, a partir de 2004 o 2002. Como un indicador del nivel de la irradiancia solar total se calcularon las anomalías de potencia anuales; en particular, en los futuros ciclos solares (del 24 al 29) y se obtuvieron anomalías de potencia más bajas en comparación con el presente, para ambos modelos.

FE-14 CARTEL

DESARROLLO DE UNA MICRO-PLATAFORMA MECÁNICA PARALELA PARA EXPLORACIÓN ESPACIAL

Taque Vázquez Julio Cesar¹ y Velasco Herrera Graciela²

¹Posgrado de Ingeniería, UNAM

²Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
treznor11@gmail.com

En este trabajo se presenta un diseño de una micro-plataforma aplicado a la recreación de una exploración espacial, que permite transportar micro-laboratorios e instrumental como carga útil, para tareas específicas de visualización y toma de muestras. Se utiliza un arreglo de sensores para la adquisición de datos del medio a estudiar. Una de las innovaciones de este diseño consiste en ser un mecanismo con 10 grados de libertad y el desarrollo de un sistema de orientación de alta precisión. Se utilizó software especializado para el montaje y simulación. Este tipo de desarrollos en la ingeniería espacial, sigue siendo un tema de interés actual dentro de la comunidad científica mundial, en donde México no es ajeno. Las técnicas para la precisión, posición, orientación y estabilidad de plataformas, son necesarios para transportar laboratorios y dispositivos como carga útil y juegan un papel importante para la ejecución de diversas tareas de investigación y desarrollo espacial.

FE-15 CARTEL

LA VARIABILIDAD DE LOS PARÁMETROS ORBITALES EN EL SISTEMA SOLAR

Velasco Herrera Graciela¹, Taque Vázquez Julio Cesar², Taque Vázquez Julio Alberto³ y Velasco Herrera Víctor Manuel³

¹Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

graciela.velasco@ccadet.unam.mx

Todos los cuerpos celestes del sistema solar incluyendo al Sol oscilan alrededor del Baricentro Solar y sus periodicidades contribuyen cambios en el clima espacial y en el clima terrestre. Estas variaciones se caracteriza por ser seculares y súper seculares. Es de gran interés analizar los cambios en los parámetros orbitales solares y sus implicaciones en el siguiente mínimo secular solar ya que el comportamiento del ciclo solar 23 muestra una disminución en las observaciones solares lo que podría estar indicando el inicio de un nuevo gran mínimo solar. La evolución de la actividad solar es uno de los problemas actuales de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) aplicados en las ciencias espaciales, porque la posible ocurrencia de un gran mínimo solar tendrá un impacto en el clima terrestre. En este hemos realizado un estudio de la variabilidad solar y de las temperaturas terrestres de los últimos 200,000 años que abarcan las últimas dos Eras Glaciales y por medio del análisis multi wavelet se analizan las variabilidades de los parámetros orbitales y sus efectos tanto en el clima espacial como en el cambio climático terrestre.

FE-16 CARTEL

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD NATURAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN MÉXICO

Pérez Moreno César Ángel Giovanni¹, Velasco Herrera Víctor Manuel² y Velasco Herrera Graciela³

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
gio_cole@hotmail.com

A través de los años los incendios forestales se han convertido en un problema nacional por la destrucción de entornos ecológicos, el debilitamiento y pérdida de bosques, selvas, suelos, pastizales, áreas de matorrales y pérdida de la fauna. Los incendios forestales que anualmente se presentan en el territorio nacional —aproximadamente 8 mil que afectan alrededor de 3 millones de hectáreas— en su mayoría son provocados por causas antropogénicas, pero solamente se generan al tener las condiciones necesarias y tres elementos principales para su desencadenamiento: oxígeno, temperatura y combustible vegetal. Este artículo presenta la Irradiancia Solar Total (TSI) como uno de los moduladores externos en incendios forestales. La TSI es la principal fuente de energía del sistema climático de la tierra y por consiguiente sus variaciones pueden contribuir al fenómeno natural wavelet multicanal; estudiamos las series de tiempo de los incendios forestales en México, el TSI y la oscilación del sur de El Niño (ENSO) en el periodo de 1970-2012. Con este nuevo análisis espacial se puede encontrar la variabilidad de los incendios forestales por décadas y la modulación del índice solar, ENSO e incendios forestales.

FE-17 CARTEL

LA VARIABILIDAD DE LOS RAYOS CÓSMICOS DURANTE LOS ÚLTIMOS 200 MIL AÑOS.

Taque Vázquez Julio Alberto¹, Velasco Herrera Víctor Manuel² y Sosa Flores Oscar³

¹Posgrado de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
alberto.taque@gmail.com

El campo magnético solar y el baricentro solar en la heliosfera modulan los rayos cósmicos. Dado que no hay datos de observación directa para estudiar la variabilidad de los rayos cósmicos sobre una escala de tiempo largo, los datos indirectos tales como radionucleidos cosmogénicos tienen que ser utilizados. Los isótopos cosmogénicos son producidos principalmente por flujo de rayos cósmicos galácticos. El análisis de los isótopos cosmogénicos en archivos naturales proporciona un medio para ampliar el conocimiento de la variabilidad solar, los rayos cósmicos y el movimiento del baricentro solar durante periodos de seculares y súper seculares siglos. En este trabajo se analiza la variabilidad natural de los rayos cósmicos durante los últimos 200,000 años utilizando la transformada wavelet.

Sesión Regular

Geodesia

Organizadores:

Juan García Abdeslem

Bertha Márquez

GEOD-1

DETERMINACIÓN DE CONSTANTES PARA ERRORES GEODESICOS.

Ávila Cruz Maximo y Flores Daniel Apolos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
maxximo01@yahoo.com.mx

Enfocándose al tema de la Geodesia, y específicamente al desarrollo de las actividades de los Ingenieros y Especialistas en Geofísica, no podemos prescindir de ciertos conceptos, que no son como los que nos hemos "grabado" y repercuten para lograr buenos resultados. Uno de estos es el error. Este concepto ha estado presente en la Ingeniería, y es por eso que debemos conocerlo. Como Ingenieros, sabemos que existen diversos tipos, pero esta vez se expondrá un método para desarrollar constantes numéricas, para el: Círculo de Error Probable. El cual ocupa lugar importante para la actividad profesional de ingenieros de campo, que realicen mediciones y posicionamientos Geodésicos. Este error está relacionado con la incertidumbre que da como resultado el medir con el aparato denominado GPS, y es que actualmente las mediciones deben ser precisas, sin duda, un Ingeniero Geofísico debe saber representar en un mapa con calidad, parte de su trabajo, y es necesario que conozca conceptos que se están todavía desarrollando para mejorar procesos. Además el Ingeniero Geofísico, al trabajar con otras áreas, debe poseer conocimientos necesarios para que en conjunto se entreguen buenos resultados. Este error de tipo aleatorio, es difícil de tratar, así como identificar, entonces es difícil eliminarlo completamente; la ventaja que tenemos, es que podemos calcularlo, y minimizarlo, en algunos casos podemos evitarlo. Personas estudiosas en ciencias exactas, y en ingeniería, han presentado síntomas y tratamiento del error, por medio de formulas que son comprensibles hacia los Ingenieros, así podemos observar partes del error, estas mismas formulas son aplicables al trabajo y ayudan entregando resultados, pero como Ingenieros debemos saber de donde provienen esos elementos. Este caso tiene la particularidad de que desmenuzándolo, lo podemos comprender, y para esta ocasión especial en que se reúne gran parte del gremio, y gran parte de estudiantes, hemos decidido exponer de manera breve pero precisa, de donde provienen las constantes para el algoritmo que denota dicho error geodesico. A través de técnicas estadísticas podemos simplificar la formula del Círculo de Error Probable, y exponer como algunas ciencias como la Topografía es base importante para determinar la formula. Queremos decir que aunque la ciencia y la técnica se encuentran en un gran desarrollo, no debemos olvidar las bases estadísticas de donde provienen. Y a pesar de que la fórmula de error tiene su aplicación en Procesos Modernos de Levantamientos Topográficos y Geodésicos, está caracterizada por elementos que ostentan la tradicionalidad de las mediciones Topográficas y Geodésicas, así pues resulta aplicable para otras áreas como Geofísica de Exploración. Organismos oficiales, que se encargan del desarrollo en cuestión de lineamientos Geodésicos, marcan al usuario de sistemas coordenados, apegarse a la reglamentación, utilizando esa fórmula, y aunque el propio usuario se automatiza a realizar los cálculos correspondientes, deja de lado la esencia común, que lo llevo a realizar dichos cálculos. Por estas razones creemos que es importante que, estudiantes, Ingenieros, y demás colegas afines, estén enterados de la proveniencia de algunos elementos que involucran errores Geodésicos durante la elaboración de Mapas o Planos.

GEOD-2

PRIMERA CAMPAÑA DE MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS DEL POLÍGONO GEODINÁMICO DE LA FALLA IMPERIAL

Espinosa Cardeña Juan Manuel¹, Trejo Soto Manuel Edwiges²,
Ramírez Hernández Jorge³ y González Bojórquez Gabriela²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS

³Instituto de Ingeniería, UABC
jespinos@cicese.mx

Para cuantificar la deformación horizontal y vertical del subsuelo en el sector oriental de la ciudad de Mexicali debido al movimiento de la Falla Imperial, la UAS junto con el CICESE y la UABC, han establecido una red geodésica de control horizontal, vertical y gravimétrico para realizar monitoreos geodésicos anuales. En este trabajo se presentan resultados de la primera campaña de mediciones gravimétricas realizada en el periodo del 6 al 19 de diciembre del 2013. Se realizaron medidas de gravedad relativa en 23 estaciones de las 40 que conforman la red siguiendo cuatro circuitos con un gravímetro relativo marca Scintrex modelo CG-5 mediante la técnica de enlaces. Las observaciones fueron corregidas por deriva, marea gravimétrica y altura de aparato. Por cada estación se realizaron de 3 a 7 series de 240 mediciones realizadas cada segundo, tomándose la media ponderada para los cálculos posteriores. Como criterio de aceptación de los errores de cierre de cada circuito estos fueron comparados contra un factor de tolerancia que es función de la deriva del gravímetro y el tiempo de recorrido de cada circuito. Corregidos los datos se calcularon los desniveles gravimétricos con su correspondiente error, para posteriormente realizar el ajuste de los circuitos medidos empleando el método paramétrico. Para el tratamiento estadístico de los resultados del ajuste los pesos de las mediciones se tomaron inversamente proporcionales a los tiempos de recorrido de los itinerarios y a las desviaciones estándar de los desniveles gravimétricos. Resultados del ajuste indican desviaciones estándar entre 8 a 18 microgales de los valores de la aceleración de la gravedad relativos al valor teórico de gravedad del

vértice P2A8, seleccionado por ser el sitio más estable de la red. Con las precisiones alcanzadas se podrían detectar cambios, por movimientos de la falla Imperial, en la altura de los vértices de 5 a 10 cm (15-30 microgales). Los valores de la aceleración de la gravedad, además de ser utilizados para monitorear las deformaciones del subsuelo, podrán utilizarse para aplicar correcciones ortométricas a los desniveles medidos y estimar mediciones directas del geode, por lo que deberán ligarse a vértices de la Red Gravimétrica Nacional establecida por el INEGI.

GEOD-3

SISTEMA GEODÉSICO PARA EL MONITOREO Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESPACIAL DE GRANDES ESTRUCTURAS DE INGENIERIA

Trejo Soto Manuel Edwiges, García Lopez Ramon Victorino y Moreno Jennifer Astrid
Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS
mtrejosoto@uas.edu.mx

A causa de sus particularidades constructivas, de la influencia de factores naturales y exógenos, las estructuras de ingeniería experimentan distintos tipos de deformaciones caracterizadas por las variaciones tanto en su posición en el espacio, en general, como en la posición recíproca de los distintos elementos que las componen. Los factores naturales, que originan las deformaciones, se relacionan principalmente con los procesos ingeniero geológico e hidrológico en las capas rocosas o suelos utilizados en calidad de fundamentos de las obras de ingeniería. A estos se pueden relacionar el desplazamiento de la corteza terrestre en las regiones donde prevalecen desplazamientos móviles tectónicos, de procesos cársticos y de deslizamientos, derrumbes, desmoronamientos, avalanchas, de los hundimientos – es decir, variaciones radicales en la estructura de los suelos por la influencia del propio peso del mismo y su dilatación, variaciones de las condiciones hidrotermicas relativas a las fluctuaciones temporales y perennes de la temperatura, humedad y niveles de los mantos freáticos. Una cuestión de suma importancia en la organización de las observaciones geodésicas de las deformaciones, es la designación de la precisión exigida para determinar las magnitudes de las deformaciones. Su establecimiento define la precisión necesaria de las mediciones geodésicas y por consiguiente, la elección del método y los medios de medición. En los distintos objetivos ingenieriles, los trabajos geodésicos destinados al monitoreo de las deformaciones de grandes obras de ingeniería, pueden diferenciarse notablemente entre sí en los periodos constructivos y de explotación o uso. Los trabajos geodésicos más complejos son característicos al monitorear las obras hidrotermicas, aceleradores de partículas atómicas, plantas atómicas, térmicas de generación de electricidad, complejos de radio telescopios, etc. Considerando que la organización de los trabajos de monitoreo geodésico se da de manera paralela a los trabajos de prospección para el desarrollo del proyecto de construcción de dichas obras de ingeniería, las observaciones para detectar asentamientos o desplazamientos horizontales se llevan a cabo en todo el periodo constructivo, y en la mayoría de las grandes obras de ingeniería, continúan en el periodo de su explotación sin limitación del periodo de tiempo o bien hasta que se detecten los periodos de estabilización de las deformaciones. Los aspectos relevantes para la organización del monitoreo geodésico son: aspectos técnicos del desarrollo de los trabajos geodésicos resaltando las exigencias de precisión; descripción de la obra de ingeniería, sus características constructivas, condiciones naturales, regímenes de trabajo; esquema de las redes geodésicas; características constructivas de los vértices o puntos geodésicos de apoyo y deformantes; establecimiento de precisiones; descripción de métodos y medios de medición; recomendaciones para la elaboración matemática de los resultados de las mediciones geodésicas e interpretación de los resultados.

GEOD-4

DETERMINACIÓN DE ALTURAS GEOIDALES COMBINANDO MODELOS GEOPOTENCIALES CON MODELOS DE TOPOGRAFIA

García Lopez Ramon Victorino, Guzmán Galindo Tiojari
D., Arana Medina Anibal I y Molina Saucedo Edgardo
Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS
rvgarcia@uas.edu.mx

Se presenta una metodología para calcular alturas geoidales combinando un modelo geopotencial global, mediante sus coeficientes armónicos, con un modelo de alturas topográficas. Tenemos que los modelos geopotenciales como el EGM2008 y los producidos por las misiones satelitales geodésicas CHAMP, GRACE y GOCE, son de contenidos espectrales relativamente limitados, no contando con las contribuciones de las masas topográficas al geode. La técnica de la exaltación espectral incorpora las frecuencias altas de la señal geoidal producidas por la topografía al determinar la altura geoidal en un punto determinado. Se ha encontrado que para el territorio nacional mexicano los modelos geopotenciales han producido precisiones en el rango de 20-50 cm de error, siendo hasta el momento el más preciso el EGM2008. Las pruebas realizadas muestran que al tomar en cuenta la contribución de las masas topográficas en los cálculos, es posible obtener alturas geoidales con errores de nivel de 10-20 centímetros para México. Los modelos topográficos empleados fueron ETOPO1 Y 2 que integran topografía continental y batimetría oceánica no existiendo diferencias significativas en los respectivos errores producidos. Los valores de las alturas obtenidos fueron calculados en vértices de la

Red Geodésica Nacional Pasiva que tuvieran tanto posicionamiento geodésico como alturas ortométricas. Esto con el propósito de comparar con las alturas geoidales obtenidas de diferenciar las alturas geodésicas obtenidas del posicionamiento GPS preciso con las alturas ortométricas producidas de la nivelación diferencial precisa.

GEOD-5

MEDIDAS GEODÉSICAS Y GRAVIMÉTRICAS EN EL GAP DE GUERRERO (TECPAN-SAN MARCOS)

López Ceja Juan Carlos, Salazar Peña Leobardo, Lozada Antonio, González López Martina, Romero Pérez Blanca Iris, Rodríguez Vega Pablo Baruch y Barrios Adriana
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
jlopezc0716@alumno.ipn.mx

El GAP de Guerrero es la zona costera del Estado de Guerrero, donde no ocurre un gran terremoto ($M > 7.5$) desde el año de 1911. Abarca la región conocida como Costa Grande. La zona comprendida entre los poblados de Tecpan y San Marcos, caen dentro del GAP de Guerrero. En esta zona se llevaron a cabo medidas conjuntas de longitud, latitud, altitud y de gravedad en una serie de estaciones. Para llevar a cabo estas medidas se utilizó una estación total y un gravímetro con resolución en microgales. Los sitios de observación fueron cinco: 1) Entre Tecpan y Coyuca de Benítez, 2) Al Oeste de Coyuca de Benítez, 3) Acapulco, 4) Al Este de Acapulco y 5) Al Oeste de San Marcos. En estas estaciones se obtuvieron medidas de coordenadas y de gravedad en el mismo sitio (estaciones 1, 2, 3 y 5) y en todas las estaciones se obtuvieron medidas de gravedad. La obtención de estas medidas se realizaron en dos lapsos de tiempo, durante el primer semestre del año 2014 y durante el segundo semestre del mismo año. Las medidas del primer semestre se realizaron antes de los eventos del 18 de abril ($M = 7.2$) y del 8 de mayo ($M = 6.4$). Las medidas del segundo semestre, fueron posteriores a los dos eventos y de algunos otros con magnitud igual o mayor a 5.0. En los sitios de medida se establecieron mojeneras y en las medidas de coordenadas se utilizó un método de triangulación. Las medidas de gravedad se realizaron sobre las mojeneras, se reestablecieron las coordenadas de gravímetro en cada sitio para efectos de corrección de marea terrestre y se utilizó un tiempo de lectura de 120 s. Del análisis de las medidas de Longitud y Latitud, se encontraron variaciones que se traducen en deformación cortical a causa de los eventos sísmicos. También se encontraron variaciones de gravedad que pueden asociarse con las pequeñas variaciones de altitud como producto mismo de la deformación cortical. Las medidas de coordenadas y de gravedad en los mismos sitios, continuarán intermitentemente en años futuros.

GEOD-6

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA RED METEOROLÓGICA DE SUPERFICIE PARA EL PRONÓSTICO DEL TIEMPO UTILIZANDO EL MODELO WRF

Pérez Salazar Amparo Rosario, Mendoza Uribe Indalecio, Balancán Soberanis José Alberto y Rodríguez López Olivía
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
rosario_perez@tlaolc.imta.mx

La modelación meteorológica tiene un papel esencial en el pronóstico y prevención de daños por desastres naturales; sin embargo, en ocasiones se desestima su fuente de alimentación: las redes de observación meteorológica. En México la red de observación meteorológica la constituyen las redes de observación de superficie y de altura; y las redes de teledetección, como radares y satélites meteorológicos geoestacionarios y polares. Estas redes de observación, como generadoras de información para la modelación meteorológica, precisan ser una fuente de datos confiablemente georeferenciada. La red actual de observación de superficie nacional incluye 272 estaciones distribuidas por todo el territorio nacional, de las cuales 84 constituyen la red sinóptica de superficie y las 188 restantes forman la red de estaciones meteorológicas automáticas. El sitio de la estación meteorológica debe ser representativo del área en la cual está ubicada, es decir que las variables atmosféricas medidas en el lugar deben ser típicas del área. Deben tomarse en cuenta otros criterios tales como: el relieve de dicha área, factores geográficos, delimitación por cuenca hidrológica, naturaleza del suelo, vegetación natural, cultivos, zonas urbanas e industriales, presencia de obstáculos naturales o artificiales, cercanía al observador y fácil acceso. En este trabajo se presenta el análisis espacial de la red de observación de superficie nacional cuyos datos son necesarios para generar las condiciones iniciales del Modelo WRF, para la obtención del pronóstico del tiempo. Utilizando las herramientas de los sistemas de información geográfica se elaboró un archivo de cobertura de la red de observación y con la tecnología geomática, se analizaron las imágenes aéreas para verificar los rasgos geomorfológicos observándose que la distribución de algunas estaciones no se ajustan adecuadamente a las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial en cuanto a la representatividad de los observatorios y a la correcta ubicación en cuanto a coordenadas geográficas. Con esta metodología se corrobora la importancia del uso de la tecnología geomática para la planeación, composición y distribución geográfica de la red meteorológica de superficie nacional.

GEOD-7

ESTIMACIÓN DE LA DEFORMACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE RADAR DE APERTURA SINTÉTICA (INSAR) EN UNA CALDERA VOLCÁNICA EN PUEBLA-MÉXICO

Santos Basurto Reynaldo¹, López Quiroz Penélope¹, Carrasco Núñez Gerardo² y Pierre-Doin Marie²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²IS Terre Institute of Earth Sciences, Seismic cycle and transient deformations, Saint Martin d'Hères, France
rey16_1990@hotmail.com

Mediante el procesamiento digital de 21 imágenes SAR (radar de apertura sintética) de la misión ENVISAT de la Agencia Espacial Europea (ESA), se calcularon 34 interferogramas, dichas imágenes comprenden el periodo de abril de 2003 y marzo de 2007. La escena analizada, corresponde a la caldera de Los Hornos en Puebla. En esta caldera, en su interior se encuentra en operación una planta geotérmica, siendo ésta la tercera más importante en México después de Cerro Prieto (Baja California) y Los Azufres en Michoacán. Después de inspeccionar cada interferograma, pudimos observar que para los pares interferométricos con líneas de base perpendicular menor igual a 500m y con una línea de base temporal menor igual a 70 días, presentan decorrelación además de una máscara de contribución atmosférica y remanentes de una ramapa orbital. Para eliminar dicha máscara, se usó un algoritmo capaz de removerlo y además de la reducción de la rampa orbital. Por lo que pudimos estimar la deformación superficial, mediante una pila de estos interferogramas, es decir, obtención de un mapa de deformación promedio anual.

GEOD-8

USO DE TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS, FOTOGRAMÉTRICAS Y RASGOS GEOMORFOLÓGICOS SOBRE EL TERRENO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE ÁREAS GLACIALES EN MÉXICO: CASO DE ESTUDIO EL GLACIAR DE 1958 EN EL PICO DE ORIZABA.

Cortes Ramos Jorge y Delgado Granados Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
jorge@geofisica.unam.mx

En este trabajo se muestra una reconstrucción y corrección del área determinada para los glaciares del Pico de Orizaba en el año de 1958, partiendo de la cartografía documentada y establecida por primera vez por el profesor José Luis Lorenzo en 1964. Este ejercicio permitió mostrar la utilidad de las técnicas de cartografía, fotogrametría y los Sistemas de Información Geográfica, para la distinción de rasgos geomorfológicos en el terreno con los cuales corroborar o reconstruir la cartografía ya existente. Así, se encontró que los resultados documentados previamente tenían inconsistencias cartográficas que exageraban las verdaderas dimensiones de los glaciares en el Citaltepetl. Se propone una metodología con la cual ir corroborando, corrigiendo y reconstruyendo cartografías previas cuya única información cartográfica sea el sitio y las coordenadas de referencia del mapa. Finalmente, se hace una discusión acerca de esta nueva cartografía en función de sus implicaciones acerca del retroceso glacial en México ya que el contraste entre el área calculada anteriormente y la calculada aquí es de aproximadamente 7.5 km².

GEOD-9 CARTEL

ANÁLISIS DE PRECISIÓN DE ALTURAS GEOIDALES OBTENIDAS A PARTIR DEL MODELO EGM2008 COMBINANDO CON MODELOS GEOPOTENCIALES SATELITALES

García Lopez Ramon Victorino¹, Monjardin Quevedo Jesus Gpe¹, Peralta Cruz Enrique², Cárdenas Arroyo Jorge Eduardo², Martínez Flores Victor Rosario¹ y Bautista Leon Luis¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS

²Universidad de Colima, UCOL
rvgarcia@uas.edu.mx

Los modelos geopotenciales globales (MGG) producidos por las misiones satelitales geodésicas son generalmente de baja resolución o de baja expansión con respecto a los esféricos armónicos, siendo generalmente de orden y grado menor de 360. Esto corresponde a una resolución de aproximadamente 50 km. Por su parte el MGG EGM2008 es uno de los modelos geopotenciales mas precisos siendo el de mas alta resolución publicada hasta el momento y teniendo una expansión de grado 2190 y de orden 2159, que corresponde a una resolución longitudinal de 10 km. Sin embargo el contenido espectral de los MGG satelitales puede ser de igual o mejor precisión que el correspondiente contenido espectral del modelo EGM2008. Por ello es posible obtener alturas geoidales mas precisas combinando modelos, de manera que se tome en cuenta el correspondiente contenido espectral mas preciso sin perder la máxima resolución del modelo con mayor expansión espectral, en este caso el EGM2008. En base a las pruebas realizadas se encontró que al combinar con los modelos compuestos de las misiones GOCE y GRACE se logró reducir el error de la altura geoidal de 22 cm a 15 cm evaluando en algunos vértices geodésicos con

altura ortométrica. Por su parte los modelos de la misión GRACE no lograron una mejora significativa, similarmente con los modelos de la misión CHAMP. Se presenta una estadística en la evaluación y comparación de las alturas geoidales en diferentes zonas del territorio nacional mexicano. Las comparaciones también se realizaron con respecto al modelo geoidal gravimétrico GGM10 de INEGI, observándose mejoras en la consistencia del EGM2008 con respecto a este al combinar por ejemplo con los modelos satelitales GO_CONS_GCF_2_TIM_R5 de GOCE de expansión 280 y el modelo GO_CONS_GCF_2_DIR_R5 de expansión 300. Este último producido en conjunto por las misiones GOCE y GRACE. Obteniéndose errores promedio cercanos a los diez centímetros en algunas áreas del país.

GEOD-10 CARTEL

RED ALTIMETRICA GEODESICA URBANA DE CULIACAN, SINALOA: ANALISIS DE SU ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO GRADUAL.

Trejo Soto Manuel Edwiges¹, Espinosa Cardeña Juan Manuel², García Lopez Ramon Victorino¹, Gerardo Cortez Noel Adán¹, Alapizco Acosta Ariathna Marcela¹ y Soto Beltrán Alvaro Antonio¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS

²CICESE

mtrejosoto@uas.edu.mx

Los distintos organismos, agencias gubernamentales o particulares que requieren contar con sistemas altimétricos para llevar a cabo su actividad o parte de esta, es común que establezcan sistemas de alturas independientes o basados en sistemas de referencia de otros organismos o agencias, ligados a sistemas altimétricos poco confiables. Esto da lugar a que existan distintos sistemas de referencia altimétricos que difieren entre sí en relación al sistema geodésico altimétrico nacional. Los trabajos de mediciones consistieron en determinar las alturas relativas entre puntos nodales principales, diseminados y establecidos por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de tal manera que forman una malla que da cobertura al 70% de la zona urbana, seleccionados bajo un criterio de influencia altimétrica precisa. La variedad de requerimientos de apoyo altimétrico en zonas urbanas, así como la necesidad de modernizar, establecer y/o restablecer el soporte altimétrico dentro de estas, exige la aplicación de metodologías actualizadas y adecuadas al desarrollo tecnológico, tanto en los instrumentos de recolección de información, accesorios, etc., como en la capacidad de los sistemas de cómputo, que permiten el uso de esquemas de elaboración matemática efectivos llevadas a cabo en correspondencia rigurosa con los postulados de la teoría clásica de los errores, de la estadística matemática y del método de los mínimos cuadrados, así como la inclusión recurrente de puntos de densificación sin disminuir sus precisiones en relación a los puntos de apoyo o vértices de enlace. Existe una gran variedad de problemas, en los cuales enlazarlos o ligarlos a vértices o puntos de apoyo no es necesario, por ejemplo al construir redes geodésicas locales para establecer el apoyo geodésico en la construcción de diversas obras de ingeniería, al realizar estudios de deformaciones, al ajustar grandes redes geodésicas divididas en bloques en los cuales podrían no contar con puntos de apoyo, etc. El análisis de la red geodésica altimétrica urbana de la Cd. de Culiacán, Sinaloa, permitirá: Introducir en la práctica cotidiana de los trabajos geodésicos del diseño y materialización del soporte altimétrico, un esquema adecuado de generación de alturas fiables perteneciente a un sistema independiente, mediante el análisis previo de las condiciones y posibilidades técnicas; Sustentar la conveniencia de llevar a cabo los trabajos de mediciones geodésicas, bajo la observancia estricta de las normas técnicas existentes; Comprobar la eficiencia de los métodos de elaboración matemática de los resultados de las mediciones geodésicas en los sistemas altimétricos independientes y analizar las variantes generadas por las condiciones reales de los sistemas de apoyo existentes; Comprobar mediante la solución de problemas reales, la necesaria fundamentación matemática del proyecto de establecimiento de sistemas geodésicos de apoyo.

GEOD-11 CARTEL

ESTABLECIMIENTO DE BASES GRAVIMÉTRICAS EN LA RED GEODÉSICA DE LA CIUDAD DE CULIACÁN, SIN.

Espinosa Cardeña Juan Manuel¹, Trejo Soto Manuel Edwiges², Almeida Vega Margarita¹ y Murillo Suárez Azucena²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS
jespinos@cicese.mx

Bajo un convenio específico de colaboración entre la División de Ciencias de la Tierra del CICESE y la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Espacio de la UAS se desarrolla el proyecto "Red gravimétrica de la ciudad de Culiacán (REDGRAVECUL)". Se pretende que sea una red de control gravimétrico de 2do. Orden para ser utilizada para el cálculo de alturas ortométricas y mediciones directas del geoide que servirán para refinar, en el área que abarca la red geodésica, el modelo de geoide más reciente para México publicado por el INEGI. El modelo de geoide refinado sería utilizado para estimar alturas ortométricas a partir de observaciones GPS con precisiones requeridas para levantamientos catastrales, topográficos y geodésicos. En este trabajo se presentan resultados del establecimiento de 8 bases gravimétricas de control realizado en el periodo del 30 de octubre al 10 de septiembre del 2010. Se realizaron medidas de gravedad relativa en siete circuitos con un gravímetro marca Scintrex modelo CG-5 mediante

la técnica de enlaces en red. Las observaciones fueron corregidas por deriva, marea gravimétrica y altura de aparato. Por cada estación se realizaron de 3 a 5 series de 60 mediciones realizadas cada segundo, seleccionándose para los cálculos posteriores las series de mediciones con menor desviación estándar. Los desniveles gravimétricos calculados fueron compensados utilizando el método paramétrico y para el tratamiento estadístico de los resultados de la compensación los pesos de las mediciones se tomaron inversamente proporcionales a los tiempos de recorrido de los itinerarios. Las precisiones obtenidas de los valores compensados de la aceleración de la gravedad oscilan entre 20 a 40 microgales y son relativos al valor teórico de la aceleración de la gravedad del vértice 378, tomado como base de referencia. Para que los valores de la aceleración medidos puedan utilizarse para aplicar correcciones ortométricas a los desniveles topográficos de la red y estimar mediciones directas del geoide, las bases gravimétricas establecidas deberán ligarse a vértices de la Red Gravimétrica Nacional establecida por el INEGI.

GEOD-12 CARTEL

ANALISIS DE PRESICION Y EFICIENCIA DE PROCESAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA URBANA DE LA CIUDAD DE CULIACÁN

García Lopez Ramon Victorino, Carrillo Chavez Martin y Trejo Soto Manuel Edwiges
Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS
rvgarcia@uas.edu.mx

La red geodésica urbana de la Ciudad de Culiacán ha sido establecida por INEGI y la Universidad Autónoma de Sinaloa y la Junta Local de Agua Potable del Municipio de Culiacán. Dicha red consiste de mas de 120 vértices con distancia promedio entre vértices contiguos es de un kilometro. Cada vértice fue ocupado por receptores GPS geodésicos por al menos tres sesiones de una o mas horas e intervalos de medición de 1, 2 y 5 segundos. Los receptores geodésicos empleados fueron: Ashtech Z-extreme, Leica 500 y Topcon Hiper Lite. Las mediciones fueron procesadas con las efemérides precisas del sistema GPS. El procesamiento que comprende la solución de bases y el ajuste por mínimos cuadrados de las mismas se realizó de dos maneras diferentes. Una incorporando los vectores exportados de cada sesión de medición para después aplicar el ajuste por mínimos cuadrados. La otra consiste de procesar en forma simultanea los vectores medidos de todas las sesiones, aplicando después el ajuste por mínimos cuadrados. La primera estrategia tiene la ventaja de que los procesamiento requieren de mucha menor capacidad de almacenamiento siendo también mas eficiente. La segunda estrategia, que es la mas comúnmente aplicada, tiene a su vez la ventaja de eliminar en un paso todos los vectores detectados como deficientemente. Al aplicarse en la presente red, la metodología uno produjo una desviación estándar estimada de 3 cm, mientras que para la metodología dos fue de 5 cm. Sin embargo las coordenadas producidas por ambas técnicas tuvieron diferencias tuvieron diferencias promedio de 2.5 cm. Se realiza asimismo un análisis de precisión y robusticidad de la red.

Sesión Regular

Geohidrología

Organizadores:

José Alfredo Ramos Leal
Jaime Carrera Hernández

GEOH-1

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL GEOHIDROLÓGICO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN LA ZONA SERRANA DE VICENTE GUERRERO, BAJA CALIFORNIA.

Fuentes Mario¹, Vázquez González Rogelio¹, López Loera Héctor², Martínez Julio³, Belmonte Valdemar¹ y Díaz Alejandro¹
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
³Universidad de Guanajuato, UG
 mfuentes@cicese.edu.mx

Uno de los problemas más importantes que debe ser resuelto para asegurar el desarrollo de una comunidad, es el abastecimiento de agua potable para enfrentar la creciente demanda del recurso para distintas actividades domésticas y económicas. En zonas costeras con intensa actividad agrícola, como es el caso de algunos valles de Baja California, el desarrollo ha sido posible mediante el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo, lo que ha propiciado sobreexplotación, observándose manifestaciones de intrusión salina en pozos cercanos a la costa y el abatimiento en el acuífero presente en la zona. En particular estas condiciones han llevado a la necesidad de evaluar el potencial geohidrológico de sitios no convencionales como lo es una porción de aproximadamente de 66 km² en la zona serrana de Vicente Guerrero, B.C., localizada 160 km al sur de la ciudad de Ensenada. Con el objetivo de determinar el sitio que reúna las mejores condiciones para la perforación de pozos de aprovechamiento, se contempló una serie de actividades de prospección geofísica, aplicando los métodos de: Interpretación de anomalía residual aeromagnética adquirida por el SGM y proporcionada por IPICYT, estudios de resistividad eléctrica y magnetometría terrestre. Integrando primeramente información geológica y la anomalía residual con el fin de identificar zonas de contraste y fuertes gradientes de intensidad de campo magnético, y que pudieran estar asociados a fallas, contactos e intrusiones. Identificados los sitios de interés, se procedió a realizar sondeos eléctricos verticales con apertura AB = 500 metros en dichos sitios, dado que la conductividad eléctrica de las rocas depende del contenido de fluidos, la conductividad de los mismos y el grado de interconexión de espacios porosos; condiciones que definen el potencial geohidrológico del subsuelo. Descartados los sitios con mínimo potencial geohidrológico, se realizó un conjunto de perfiles de magnetometría terrestre de 500 metros de extensión con estaciones de medición a cada 10 metros, complementados con sondeos eléctricos verticales a detalle; una vez realizadas estas actividades y producto de la interpretación e integración de resultados, se define el sitio con mayor potencial geohidrológico en donde se propondrá la perforación de un pozo de aprovechamiento de agua subterránea en la zona de estudio.

GEOH-2

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA-HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO KÁRSTICO EN LA ZONA DE OCOZOCOAUTLA, CHIAPAS.

Ramírez Lagunas Marianna², Arias Paz Alberto¹, Arango Galván Claudia², Salinas Calleros Gabriel¹, Arcos Hernández José Luis¹ y Santillán Piña Noé¹
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
 annairam.ri@gmail.com

El acuífero Ocozocoautla, localizado en la región Hidrológica denominada Grijalva-USUMACINTA, se ubica al noroeste del estado de Chiapas, limita al norte con el estado de Veracruz y el acuífero Reforma, al este con el acuífero Tuxtla, al sureste con el acuífero Fraylesca y al oeste con el acuífero Cintalapa. La unidad hidrogeológica abarca una superficie aproximada de 2,221 km². La litología predominante de la zona de estudio son rocas carbonatadas, altamente permeables que se encuentran limitadas al norte, este y sur por elevaciones topográficas y hacia el occidente por el río La Venta, el cual forma un acantilado de varias decenas de metros. La principal recarga del acuífero es originada principalmente por la infiltración de lluvia y del escurrimiento superficial. El uso de agua subterránea en el acuífero Ocozocoautla es principalmente público urbano, aunque también se considera para uso agrícola. El municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, es una cabecera municipal cuyo número de habitantes se encuentra en constante crecimiento, por tal motivo, sus necesidades de suministro de agua han aumentado, haciendo necesaria la existencia de nuevos pozos de abastecimiento que satisfagan las necesidades de su población. Con el objetivo de proponer sitios para la perforación de pozos, se realizó un estudio de prospección geofísica, aplicando el método electromagnético en el dominio del tiempo (TEM), que constituyó de veinte sondeos distribuidos en las cercanías del municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Los resultados de los sondeos nos servirán para conocer la respuesta eléctrica de los materiales en el subsuelo y ubicar las unidades hidrogeológicas que se encuentran en la zona de estudio. A los resultados de los sondeos electromagnéticos se integra la información geológica e hidrogeológica para tener una mejor comprensión del funcionamiento del acuífero y de esa manera poder identificar las zonas con alto potencial para la perforación de pozos de abastecimiento de agua para la población de la cabecera municipal Ocozocoautla de Espinosa.

GEOH-3

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA PARA LA PROSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL SISTEMA POOL TUNICH, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MÉXICO

López Tamayo Alejandro¹, Leal Bautista Rosa María², Marín Stillman Luis Ernesto², Carpenter Phillip J.³ y Rebolledo Vieyra Mario¹
¹Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Ciencias del Agua
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Northern Illinois University, Department of Geology and Environmental Geosciences
 alex_tamayo16@hotmail.com

La Península de Yucatán es una plataforma calcárea emergida del fondo del mar hace millones de años. La costa Este de la Península de Yucatán contiene uno de los sistemas kársticos más desarrollados del mundo, lo cual incluye cuevas, cavernas y dolinas lo cual confiere una conductividad hidráulica del acuífero caracterizado por una triple porosidad: matriz, fracturas y grandes conductos de disolución. Diversos estudios señalan que existe un delgado lente de agua dulce flotando sobre agua salina. Las investigaciones dirigidas al entendimiento de los procesos hidrológicos en acuíferos costeros son motivadas por la necesidad de mejorar el uso del recurso agua en estos ambientes. Mientras las áreas son urbanizadas, la extracción del agua subterránea aumenta y el agua salina va desplazándose de manera subterránea tierra adentro disminuyendo el volumen del agua dulce del acuífero. En este proyecto se determinó el espesor del lente de agua dulce (agua subterránea) disponible en el Sistema Pool Tunich que se encuentra en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo cerca de la zona urbana de Playa del Carmen. El área de estudio abarca 54 km², geológicamente formado por calizas y depósitos de litoral. Se realizaron 30 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con una configuración lineal simétrica tipo Schlumberger, desde la costa hasta 9.5 km tierra adentro, realizando tres transectos, dos perpendiculares a la costa y uno paralelo. La resistividad teórica obtenida para el agua dulce (nivel freático) fue de 100 Ohm m y para la interfase salina de 10 Ohm m. Mediante los programas RESIXP e IPI2WIN, se realizó una comparación de los SEV y contrario a lo esperado donde tanto el nivel freático como la interfase salina pudieran ser detectados en un mismo SEV, como una continuidad, se observó que en los SEV en los que se detecta la profundidad del nivel freático no se aprecia la interfase salina y en los que se detecta la interfase salina no se aprecia el nivel freático, lo que se sugiere la variación de estos niveles se da por la heterogeneidad del subsuelo (los conductos de disolución y fracturas) y a la capa superficial en donde se realizaba cada sondeo. El nivel freático variaba de los 10 m a los 15 m y la interfase salina de los 15 m a los 32 m de profundidad dependiendo de la lejanía del SEV a la costa. La capa superficial donde se coloquen los electrodos influirá en los resultados de la profundidad del nivel freático y la interfase salina debido a la refracción que se genera si la capa superficial es altamente resistiva. Con estos resultados se puede apreciar la heterogeneidad que presentan los sistemas kársticos ya que entre sondeos contiguos se tienen variaciones significativas que afectan la determinación del espesor del lente de agua dulce del sistema. De acuerdo a estos resultados el espesor del lente de agua dulce es de 8 m cerca de la costa y 20 m en el punto más lejano (9.5 km).

GEOH-4

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA RESTAURACIÓN POR INUNDACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN A CIELO ABIERTO EN LA CORUÑA (ESPAÑA).

Hernández Anguiano Jesús Horacio¹, Padilla Benítez Francisco², Juncosa Rivera Ricardo² y Fernández García Álvaro³
¹Universidad de Guanajuato, UG
²Universidad de La Coruña
³Lignitos de Meirama S.A.
 horacio.hernandez@ugto.mx

Este trabajo de investigación ha permitido el desarrollo y la puesta a punto del modelo numérico de bases físicas MELEF (Modèle d'Éléments Finis en Francés), por el método de los elementos finitos, para simular el flujo subterráneo y superficial de forma integrada a escala de cuencas hidroclimáticas. Herramienta con la que ha sido posible definir las estrategias, así como la evolución presente y futura, de la inundación controlada de la mina de carbón a cielo abierto en el Valle de Meirama. La sub-cuenca sedimentaria de Meirama de 33 km² se localiza a 20 km al norte de La Coruña (España). El escurrimiento de agua superficial de esta sub-cuenca llega hasta el Embalse de Cecebre, principal fuente de abastecimiento de agua potable de la región. El clima es típico del atlántico, la precipitación media anual es cercana a los 1300 mm y la evapotranspiración entre 600-800 mm. El área presenta una geología compleja, al norte granodioritas con diferente grado de fracturación y alteración, y al sur esquistos de la Serie de Ordenes. En el Valle terciario de Meirama, formado por un proceso tipo Pull-Apart debido a una falla regional que lo cruza en dirección NO - SE, se localiza el hueco minero con una superficie de 186 ha, con una profundidad máxima de 200 m y una capacidad para 146 Mm³ de agua. El Plan de Restauración Medioambiental de la mina contempla, entre otras acciones, la inundación controlada del hueco para formar el Lago de Meirama. Era imperante entonces conocer cuánto tiempo tardaría en llenar el hueco bajo distintos escenarios de gestión y cómo se vería afectado el régimen de escurrimiento superficial que llegaría al Embalse de Cecebre. A partir de Marzo de 2008 dio inicio el llenado con agua subterránea y escurrimientos superficiales provenientes de la propia

sub-cuenca. El Modelo Discreto (22,014 Nodos y 43,618 Elementos), gestionado con una plataforma SIG, implementa información de piezómetros, caudales históricos extraídos en 20 pozos de bombeo, mediciones puntuales del caudal superficial en ríos, los niveles de inundación del hueco, la geología promediada verticalmente y las variables climáticas. El modelo, adaptado y calibrado para un periodo de 3.5 años (2006-2009) con registros históricos de información hidrológica, reproduce la evolución de la inundación hasta el presente de forma bastante aceptable. Además, los resultados reproducen la evolución más probable del llenado hasta alcanzar los 200 m de profundidad, ello según la disponibilidad de los recursos hídricos en función de los usos del agua y de la variabilidad climática.

GEOH-5

MODELO HIDROGEOQUÍMICO DE ARROYOS SAN CARLOS-SAN ANTONIO, CHIHUAHUA, MÉXICO

Magallanes-Miranda Brenda, García-Olveda Alejandra, Reyes-Cortés Ignacio Alfonso, Oviedo-García Angélica y Contreras-Caraveo Manuel
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
 miranda-brenda@hotmail.com

El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena (APFF), es un área representativa de la zona árida del estado de Chihuahua. El APFF comprende aproximadamente un 2% de la zona desértica del estado y se considera que incluye entre el 85 y 93% de las especies de flora y fauna representativas del Desierto Chihuahuense respectivamente (Cotera et al. 2004). Dentro de esta área se encuentran los municipios de Ojinaga y Manuel Benavides, destacándose principalmente los arroyos de San Carlos y San Antonio debido a su flujo casi continuo, el cual contribuye ampliamente a la conservación de flora y fauna riparia del lugar, y es afluente del Big-Beng Río Bravo (BBRB). Algunos géneros de peces nativos de estos dos arroyos están en peligro de desaparecer debido a la presencia de especies exóticas introducidas como el *Fundulus zebrinus* (CONANP, 2013). Entre los factores que permiten el predominio de esta especie invasora en los arroyos mencionados se considera la cercanía de posibles fuentes de alteración al equilibrio químico del agua. Por ejemplo, los jales de las antiguas minas, los flujos de retorno de las actividades agropecuarias y las aguas residuales de las poblaciones que se vierten directamente al cauce. Se ubicaron 15 puntos estratégicos y representativos para la toma de datos y de muestras a lo largo de ambos arroyos. En 11 de ellos se obtuvo información del flujo y del cauce. Parámetros del agua como color, conductividad eléctrica (CE), temperatura del agua, así como velocidad, ancho y profundidad del flujo, litología del cauce, entre otros. Posteriormente se obtuvo información química a través de ensayos de laboratorio, donde se obtuvieron las concentraciones de aniones y cationes mayores, metales pesados, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). El modelo hidrogeoquímico conceptual para estos arroyos se hace a partir de los resultados. La manipulación de los datos se hace utilizando el software Phreeq C (U.S.GS). Proporcionando en el agua un estado de desequilibrio químico se encontraron los siguientes datos: el contenido de mercurio (Hg) encontrado en la muestra con coordenadas 29°07'06" N 103°47'32" O causado por el paso vehicular que transita justo encima del arroyo San Carlos; mientras que los carbonatos (CO3) van disminuyendo en el flujo del arroyo hasta casi desaparecer, los contenidos de sodio (Na) y cloruros (Cl) va en aumento según su cercanía al desemboque BBRB, los bicarbonatos (HCO3) permanecen variables. Algunos sitios presentan valores de conductividad eléctrica (CE) elevados (mayores de 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sobrepasando los rangos normales, lo que pudiera ocasionar estrés o incluso la muerte de algunas especies acuáticas (WASC, 2002). Las condiciones de aridez y escasa disponibilidad de agua que caracterizan a la región (críticas a través de la mayor parte del año), exacerban las condiciones de desequilibrio de los iones del agua en el flujo de los dos arroyos. El equilibrio químico es de mayor importancia para la protección de la flora y fauna nativa, en particular para la especie que está en riesgo y en general para el área protegida APFF.

GEOH-6

USO DE LA ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA 3D PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DISUELTA EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE TOLUCA.

Fuentes Rivas Rosa María¹, Ramos Leal José Alfredo¹, Jiménez Moleón María Del Carmen², Esparza Soto Mario² y Morán Ramírez Janete¹
¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
²Centro Interamericano de Recursos del Agua, CIRA
 rosa.fuentes@ipicyt.edu.mx

La presencia de materia orgánica (MO) en el agua determina su calidad o grado de contaminación. Sin embargo, a pesar de obtener la concentración de MO en el agua con las técnicas de análisis comunes, DQO y COT, no es posible identificar el tipo de compuesto orgánico presente. La espectroscopia de fluorescencia 3D es una técnica que ha sido ampliamente utilizada para caracterizar la materia orgánica disuelta (MOD) en el agua residual y en los cuerpos de agua superficial. En aguas subterráneas o superficiales sin contaminar es común observar la presencia de MO natural como los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y en menor proporción proteínas del material orgánico residual de flora y fauna. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la MOD en 49 muestras de agua subterránea para abastecimiento humano del Valle de Toluca. Los resultados obtenidos evidencian concentraciones

de DQO entre 1 – 35 mg/L. El 51% de las muestras sobrepasó el límite de DQO para agua potable que establece la OMS (20 mg/L). Por análisis de fluorescencia, se identificó la presencia de material protéico y de origen natural en el agua subterránea. La relación de intensidades 1:3 entre picos proteicos: húmicos, indica la posible contaminación antropogénica en el 60 % de las muestras. Palabras clave: espectroscopia de fluorescencia, materia orgánica disuelta, contaminación antropogénica, agua subterránea.

GEOH-7

ANÁLISIS ESPACIAL DE PARÁMETROS HIDROGEOQUÍMICOS E ISOTÓPICOS EN UNA PORCIÓN DEL ACUÍFERO CALIZO LOCALIZADO EN EL LÍMITE ENTRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS ACTOPAN Y ANTIGUA

González Zuccolotto Karime¹, Cortes Silva Alejandra², Pérez Quezadas Juan³ y Salas Ortega Rocío¹
¹Universidad Veracruzana, UV
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Centro de Geociencias, UNAM
 eurekastein@gmail.com

Se analizan las características geológicas, hidrogeoquímicas e isotópicas de un sistema de manantiales y pozos, localizados en el sureste del estado de Veracruz, entre las cuencas de Río Antigua y Actopan, mismos que afloran en un sistema conformado por roca caliza, por lo cual se presentan procesos de karstificación, así como termalismo. La finalidad de este estudio fue aportar elementos de análisis para mejorar la comprensión del funcionamiento hidrodinámico de la zona teniendo en cuenta que los manantiales proporcionan la oportunidad de estudiar procesos subterráneos. Para ello se monitorearon espacial y temporalmente 11 manantiales y tres pozos, analizando la composición isotópica e hidrogeoquímica de los mismos. Basándose en los resultados obtenidos, el agua presenta una composición isotópica cercana a la Línea Meteorica Mundial (LMM), por lo cual se infiere que se trate de agua contemporánea. Según el análisis de las líneas de flujo del agua en el área de estudio y la química de la misma, existen tres familias de aguas, diferentes en la zona. Los manantiales, M2, M3, M4, M5, M6, ubicados al norte se asocian a agua bicarbonatada cálcica, confirmando así el resultado que arrojaron los isotopos en dichos manantiales. Por otro lado los manantiales M7 y M8 se asocian a aguas sulfatadas cálcicas, los cual puede significar que pertenecen a flujos regionales, intermedios o aguas con un tiempo de residencia mayor. Así mismo la evolución del agua muestreada en los pozos de la zona tiende a ser clorurada sódica. Los resultados en este estudio resaltan la contribución que el monitoreo de la composición hidrogeoquímica e isotópica espacio-temporal, puede aportar a la definición de la hidrodinámica y las relaciones del flujo dentro de un sistema subterráneo karstificado tomando en cuenta la geología del sistema.

GEOH-8

CORRELACIÓN ESPACIAL DE ALTERACIONES DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Modesto Cesar, Palacios Itzel Alejandra y Mancera María Magdalena
 Departamento de Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Chihuahua, ITCH
 cmodesto@itchihuahua.edu.mx

En la actualidad, el acuífero de Tabalaopa-Aladama ubicado en la capital del Estado de Chihuahua, aloja en su parte suroeste el Relleno Sanitario (RS) que recibe los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de las ciudades de Aquiles Serdán, Aldama y Chihuahua, esta dinámica de disposición se inició en el año de 1992 cuando se da la apertura de la celda número uno del RS y para el año 2001 presentaba ya falta de espacio de disposición, trayendo consigo la apertura de la celda número dos en el año 2007, equipada de manera parcial respecto a la infraestructura para prevenir infiltración de lixiviados al acuífero, con esta dinámica de crecimiento horizontal del relleno sanitario contraria a los establecido por la NOM-083-SEMARNAT-2003, se continuó con una práctica inadecuada de disposición de RSU que pone en riesgo el recurso hídrico subterráneo, ya que en el área de influencia del mencionado vertedero se ubican ocho pozos que dotan aproximadamente 200 litros por segundo de agua para consumo humano a la ciudad de Chihuahua. De ahí la importancia del desarrollo de trabajos relacionados con el monitoreo de la calidad del agua tendientes a la detección de alteración relacionadas a la pluma de contaminantes producida por los lixiviados del relleno sanitario y su influencia en la química del agua. Para ello se empleó la metodología de Krigeo auxiliada con el software Surfer 9 en la elaboración de planos de isoconcentraciones de parámetros del agua de los ocho pozos ubicados en el área de influencia del relleno sanitario revelando tendencias espaciales importantes coincidentes a las áreas cercanas a las lagunas de lixiviados, pudiendo establecer con ello patrones de dispersión de contaminantes en 2 dimensiones, comprobando alteraciones espaciales positiva entre 7.38 y 45.41% respecto a las medias de los niveles de magnesio, alcalinidad, sodio, calcio y fluoruro. Se observaron alteraciones negativas entre 2.8 a 23.26% en los parámetro de pH, cloruros, potasio y sulfatos. En lo que respecta a hierro y nitrógeno se identificaron patrones de alteración relacionados a la pluma de lixiviados, partiendo del análisis anterior se seleccionaron los seis pozos más cercanos al RS

correlacionando los datos de los once parámetros calidad del agua obtenidos con Conductividad Eléctrica (CE) observado una correlación del importante en respecto a Calcio ($R^2=0.8521$), Fluor ($R^2=0.8905$) y Sodio ($R^2=0.9447$).

GEOH-9

VISHMOD UNA NUEVA METODOLOGIA PARA MODELACIÓN DE ACUÍFEROS HOMOGÉNEOS EN CALIZAS

Morán Ramírez Janete y Ramos Leal José Alfredo
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
janete.moran@ipicyt.edu.mx

En este trabajo se presenta la metodología VISHMOD por sus siglas en inglés (Virtual Samples in Hydrochemical Modeling) para el análisis y simulación de los sistemas hidrogeológicos, esta metodología utiliza muestras sintéticas, derivadas de las fracciones de mezclas obtenidas de tres miembros extremos. Esta metodología fue aplicada para medios carbonatados y homogéneos en una región al Este de la Sierra Madre Oriental de México. El método VISHMOD surge como una necesidad de estandarizar y tener un medio de control para demostrar que tanto un modelo es capaz de reproducir las mediciones de campo, para esto, es necesario llevar a cabo la calibración de los modelos hidrogeológicos en los sistemas hidrogeológicos. Utilizando la metodología VISHMOD, en esta región dio lugar a la clasificación del tipo agua como bicarbonato de calcio (Ca-HCO_3), que representa una mezcla ternaria; en el que 45.5% se asoció con flujo local, 38.5% de flujo intermedio y el 16.5% a un flujo regional. La metodología VISHMOD muestra que en el agua subterránea ocurren principalmente una mezcla ternaria y procesos de interacción agua roca (precipitación de calcita y dolomita; así como, disolución de otros minerales).

GEOH-10

FACTIBILIDAD DE LA ATENUACIÓN NATURAL DEL BENCENO EN AGUA SUBTERRÁNEA, USANDO MODELACIÓN MATEMÁTICA DE FLUJO Y TRANSPORTE.

Hernández-Espriú Antonio¹ y Martínez-Santos Pedro²

¹Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM

²Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, España
ahespriu@unam.mx

En esta investigación, evaluamos la estrategia de remediación de un acuífero volcánico libre, contaminado por un derrame de hidrocarburos. Dada la baja conductividad hidráulica del acuífero (0.1-0.6 m/día) y la alta capacidad de biodegradación del medio, estudiamos los procesos de atenuación natural, como una potencial medida de restauración. Se modelaron los procesos de atenuación del benceno en agua subterránea, considerado como el contaminante objetivo por ser la especie de mayor riesgo a la salud. La modelación analítica se basó en una solución exacta (Neville, 2005) de la ecuación de transporte 3D para flujo uniforme tridimensional, suponiendo un modelo de dispersión Fickiano con coeficientes constantes de dispersión, para un acuífero homogéneo sujeto a procesos de degradación y transformación de primer orden, usando la herramienta computacional BIOSCREEN-AT. Esta solución otorga mejores resultados que la aproximación de Domenico (1987), comúnmente utilizada para modelar la atenuación natural de acuíferos con la herramienta BIOSCREEN. La modelación se calibró en estado estacionario usando las concentraciones medidas en campo. Posteriormente se simuló el modelo en estado transitorio para un período máximo de 20 años. Los resultados indican que los procesos de transporte en el acuífero estudiado están controlados por transformaciones de primer orden, principalmente biodegradación y sorción. La modelación transitoria evidenció que la pluma de benceno está en un franco estado de decrecimiento. Para fines prácticos, la pluma se atenuaría en un período relativamente razonable (no mayor a 15 años) una vez que las fuentes hayan sido removidas. Los resultados sugieren que la atenuación es factible si se implementa un programa de monitoreo, basado en una estrategia de optimización con frecuencia de muestreo decreciente en el tiempo. De probarse la atenuación natural de acuíferos con la metodología desarrollada en esta investigación, sería posible robustecer el modelo actual de gestión de sitios contaminados en México, de manera que se considere como una opción costo-efectiva sustentada en evidencias científicas.

GEOH-11

ANÁLISIS HIDRODINÁMICO DE LA LAGUNA DE LABRADORES, GALEANA, NUEVO LEÓN.

Cuevas Castellanos Paulina, Navarro de León Ignacio y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
cpaulina1@hotmail.com

El municipio de Galeana en el estado de Nuevo León, presenta numerosas formas kársticas que son el resultado de la disolución de los sulfatos acumulados en el subsuelo; la Laguna de Labradores es una de estas formas kársticas, una dolina de 500 metros de diámetro y 80 metros de profundidad. A mediados del año 2012, la laguna tuvo un desborde de aproximadamente tres metros en un período de tres meses, causando la inundación del parque recreativo y algunas viviendas y

caminos que se ubican a su alrededor. Este suceso ocurrió sin haberse presentado una cantidad significativa de lluvias en todo ese año. Este trabajo pretende ayudar a conocer las causas de este fenómeno, mediante el uso de métodos geofísicos, piezometría y evaluación de datos hidrométricos y climatológicos del área de estudio.

GEOH-12

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS Y ESTADO EN MODELOS DE FLUJO ESTACIONARIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS MEDIANTE MÉTODOS ESTOCÁSTICOS

Briseño Ruiz Jessica¹, Hernández Abel F.², Morales Casique Eric³, Herrera Zamarrón Graciela³ y Escolero-Fuentes Oscar¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

³Instituto de Geofísica, UNAM

brisenorjv@geologia.unam.mx

La modelación de flujo de agua subterránea típicamente enfrenta retos en la selección de valores adecuados de los parámetros, así como para las condiciones iniciales y de frontera de un acuífero específico. Si bien los parámetros de un acuífero se pueden medir en campo, a menudo se utilizan métodos indirectos en el proceso de medición, las mediciones se toman en un número limitado de lugares, y algunos de los parámetros poseen alta variabilidad. Por otro lado, las condiciones iniciales y de frontera no se conocen con exactitud. Todos estos factores conducen a que los procesos de modelado y estimación (predicción) presenten incertidumbre. Estas fuentes de incertidumbre pueden tomarse en cuenta a través de un marco estocástico y es posible disminuirla en los procesos de modelado y estimación, mediante la incorporación de mediciones de parámetros y estado. En este sentido, este trabajo presenta tres enfoques estocásticos para estimar el logaritmo natural de la conductividad hidráulica (Y) y la estimación de flujo de agua subterránea en el estado estacionario. Los dos primeros métodos se basan en la técnica de asimilación de datos conocida como filtro de Kalman Ensamblado (EnKF). En el primer enfoque, el método Monte Carlo se emplea para calcular la estimación inicial de los momentos estadísticos (EIME) y para ello se simulan numéricamente distribuciones de h derivadas, cada una, de una realización generada del campo de la conductividad hidráulica (K), la media de los ensambles ($de\ h\ y\ K$) y su covarianza se emplean para calcular la EIME; denotamos a este enfoque como EnKFMC. En el segundo enfoque, la EIME se calcula empleando una solución directa de las ecuaciones de momento (EM) no locales (integrado diferenciales) que gobiernan la distribución espacial de la media del ensamble condicional y de la covarianzas de h y K ; denotamos a este enfoque como EMFKEn. El tercer enfoque consiste en la inversión estocástica geoestadística de la misma forma de las ecuaciones de momento no locales; denotamos a este enfoque como IME. Los métodos se probaron para estimar h y Y en un modelo de flujo de aguas subterráneas en estado estacionario; el caso de estudio sintético contó con un dominio bidimensional y un pozo de bombeo ubicado en el centro del dominio. En el proceso de estimación se emplearon 20 mediciones de h y 9 de Y obtenidas a partir de una realización tomada como "real". Los resultados de nuestros experimentos numéricos indican que en cada uno de los enfoques del EnKF, la estimación de la varianza de la h se redujo más con la asimilación de las mediciones de h que con la incorporación de las mediciones de Y . Los tres métodos fueron efectivos para estimar h , aunque ambos métodos del EnKF fueron ligeramente superiores que el método IME. Con respecto a la estimación de Y los tres métodos alcanzaron una precisión similar en términos de la capacidad predictiva.

GEOH-13

MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL DE LA INTERACCIÓN AGUA SUPERFICIAL-AGUA SUBTERRÁNEA, EN UNA ZONA COSTERA DE VERACRUZ.

Neri-Flores Iris¹, Escolero-Fuentes Oscar² y Rivera-Baizabal Roberto³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Ingeniería, UNAM
irisneri@gmail.com

Las aguas subterráneas y superficiales de cualquier región suelen estar en estrecha conexión, existiendo flujos en uno y/u otro sentido. Estas interacciones son un aspecto importante que necesita entenderse para valorar el impacto en cuerpos de agua dependientes de agua subterránea-agua superficial; cuyos ecosistemas son considerados como elementos unidos de un continuo hidrológico que llevan a plantear su sustentabilidad debido a sus implicaciones ecológicas y humanas (Espinoza, 2004; Sophocleus, 2002). En este trabajo de investigación se propone un modelo hidrogeológico conceptual de la interacción río-acuífero, en una sección longitudinal entre los ríos Jamapa y Cotaxtla, de la planicie costera de Veracruz. La metodología consistió en una red de monitoreo de niveles freáticos de 27 norías, nueve piezómetros, con mediciones mensuales del nivel freático y la instalación de cuatro dataloggers con registro horario para valorar la interacción río-acuífero, durante mayo 2013 a mayo 2014. Para la caracterización del subsuelo se realizaron dos sondeos de refracción sísmica y se correlacionaron cortes litológicos obtenidos durante la perforación de los piezómetros. Los resultados muestran que es un acuífero de tipo libre, caracterizado principalmente por sedimentos aluviales con alta

permeabilidad, por lo que existe una fuerte interacción río-acuífero: si el nivel del río disminuye, los niveles freáticos también disminuyen y si el nivel del río aumenta, los niveles freáticos también aumentan, con variaciones de niveles de hasta 2-3 metros entre la época de secas y lluvias. Este trabajo demuestra que en zonas costeras con niveles freáticos someros existe una fuerte correlación agua superficial-agua subterránea, por lo que debe ser tomada la componente subterránea para una mejor gestión del manejo del agua.

GEOH-14

EVALUATION OF THE GEOHYDROLOGICAL IMPACTS OF TUNNELS WITH FINITE ELEMENT NUMERICAL MODELS: APPLICATION TO RAILWAY TUNNELS IN SPAIN

Li Yanmei¹, Samper Calvete Francisco Javier² y Naves Acacia²

¹Universidad de Guanajuato, UG

²Universidad de A Coruña
yanmeili81@gmail.com

Construction of underground excavations for transportation such as tunnels may affect the safety and yield of the construction and may alter significantly the hydrological conditions of the surrounding rock. The evaluation of the groundwater inflows into tunnels and the effects of the construction of the tunnel on the hydrogeological conditions require the use of numerical models. Here we report numerical models to evaluate the hydrological effects of high-speed railway tunnels in Galicia (Spain). The numerical flow models were solved with CORE2DV4.1, a flexible and comprehensive finite element computer code developed by the investigation group of Prof. Samper at the University of A Coruña (UDC) which has been used for the last 20 years for groundwater flow and contamination studies. The tunnels intersect mostly old metamorphic and granitic rocks. Steady-state groundwater flow models were constructed first and calibrated under natural conditions. Then, the models were used to evaluate the effects of the construction of the tunnel. Water wells near the tunnel trace could be affected, especially the shallow wells. In one of the tunnels, model predictions performed before tunnel construction indicated that almost 40% of the wells in the study area could have large drawdowns and get dry. Field observations recorded after that tunnel construction confirmed that 80% of such wells got dry. In a second stage, an updated transient groundwater flow numerical model was performed for both natural and perturbed conditions. The time variability of aquifer recharge was derived from a water balance model solved with VISUAL-BALAN (a code developed also by the UDC group). The transient models were calibrated with groundwater hydraulic head data, tunnel inflow data and spring flow data. Numerical predictions were performed for a wide range of meteorological conditions (humid, semi-humid and dry conditions) and several assumptions about the leakage factor of the tunnel. Model results indicate that the construction of the tunnels generally affects the hydrological conditions of the surrounding areas by lowering the water table and decreasing the flow of the natural spring near the tunnel. The methodology and the conclusions of this study should be useful for evaluating the hydrogeological impact of tunnel construction in Mexico within the framework of high-speed railway construction projects.

GEOH-15

ESTIMACION DEL VOLUMEN HIDRICO DEL SISTEMA ACUIFERO DE LEON, GUANAJUATO, MEXICO

Cortes Silva Alejandra¹, Pérez Quezadas Juan², Martínez Reyes Juvenito² y Sánchez Bravo Francisco Javier³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Facultad de Ingeniería, UNAM
acortes@geofisica.unam.mx

Con base en la actualización geológica realizada en el entorno del Municipio de León, Guanajuato y el procesamiento de datos aeromagnéticos, se propone una geometría aproximada del sistema acuífero actualmente en explotación intensiva. Se estima la cantidad de agua almacenada en los sedimentos terciarios considerando la existencia de un lecho rocoso como límite acuífero. El área se ubica dentro de las principales estructuras que limitan la cuenca y es de 317km². Los resultados a lo largo de los perfiles seleccionados arrojan espesores máximos del relleno sedimentario de hasta 600m confinados por un basamento impermeable de origen ígneo. El volumen estimado de este paquete fue de 149.39 km³. En tanto que el volumen del acuífero considerando el nivel estático actual es de 120.50km³ siendo el volumen de sedimentos drenados de 28.89km³ aproximadamente. A partir de los modelos magnéticos se obtuvo un volumen estimado a la baja de las reservas hídricas del Valle de León de entre 12 y 36km³ asumiendo porosidades de entre 10 y 30% respectivamente, lo que demuestra un importante potencial del Valle de León en reservas hídricas. Sin embargo, para mejorar la estimación de los volúmenes se requiere conocer con mayor precisión los datos hidráulicos del sistema acuífero.

GEOH-16

USO DE ACUÍFEROS EXISTENTES COMO MEDIO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Morales-Ochoa Ricardo, Ortega-Arenas Ricardo y Morales-Montaño Mariano
Universidad de Sonora, UNISON
rmoraleso@correo.fisica.uson.mx

En este trabajo expondremos las ventajas que implica la utilización de la recarga de los mantos acuíferos a través de un proceso que mejorará la infiltración del agua meteórica para su almacenamiento. Es muy alarmante saber la situación de sequía y necesidad de agua en el desierto de Sonora; la mayor parte del agua que se utiliza para la población proviene del subsuelo y se extrae a través de pozos someros a profundos los cuales se han visto mermados en los últimos 50 años debido a su baja velocidad de recarga y sobreexplotación. Al tratarse de una región desértica, la tasa de evaporación es muy alta; por otro lado, sabemos que un manto acuífero puede almacenar agua por un periodo de tiempo del orden de miles de años, motivo por el cual lo vemos como una alternativa muy atractiva para el almacenamiento de ésta. Sin embargo una gran desventaja en el proceso natural de almacenamiento es la velocidad de recarga, la cual se busca mejorar con la finalidad de aprovechar al máximo el agua precipitada en la región. En el estado se depositan alrededor de 65 mil millones de metros cúbicos de agua cada año por lluvias, donde la mayoría se concentra en dos cuencas principales (del Yaqui y del Mayo). De estos 65 mil millones de metros cúbicos alrededor del 90% (58 mil millones) se evapora, alrededor del 7% se escurre y la cantidad de agua infiltrada es del orden de un 4%. Así pues, debido a la gran necesidad de aprovechar parte del agua que precipita, que comparando con la capacidad de almacenamiento de la presa Abelardo L. Rodríguez (287 millones de metros cúbicos), la cual abastecía a la ciudad de Hermosillo hasta hace 20 años, tenemos que las lluvias depositan alrededor de 223 presas de esta capacidad. En este trabajo se hacen una serie de propuestas para desarrollar un proceso de almacenamiento e infiltración de agua en acuíferos, el cual se encargará de describir el modo de captación, limpieza y filtrado necesarios para almacenar agua y así poder disponer de esas reservas en el futuro. Se abordará de manera particular la situación de la ciudad Hermosillo donde se analizarán los diferentes sistemas de descarga de las aguas pluviales, la trayectoria que estos sistemas siguen, las propiedades de los suelos involucrados en dichas descargas, así como también el estado actual de los acuíferos que abastecen la ciudad, las cuales son características necesarias para el desarrollo del proyecto.

GEOH-17 CARTEL

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA, EN EL ACUÍFERO COLGADO DEL VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ

Almanza Tovar Oscar Guadalupe¹, Ramos Leal José Alfredo¹, Morán Ramírez Janete¹, Santacruz de León Germán² y López Álvarez Briseida²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²El Colegio de San Luis, A.C.
oscar.almanza@ipicyt.edu.mx

En el acuífero colgado del Valle de San Luis Potosí (VSLP) esta constituido por un paquete de depósitos aluviales. Con el crecimiento poblacional, los volúmenes de agua residual aumentaron y propicio el uso de agua residual para la actividad agrícola. Con el fin de evaluar la calidad del agua subterránea para la agricultura, se recogieron 46 muestras, siendo analizadas químicamente para los parámetros físico-químicos, como pH, CE, SDT, Alkalinidad, HCO₃, Cl, SO₄, F, Ca, K, Mg y Na. Con esta información hidrogeoquímica se calcularon los índices de Relación de Adsorción de Sodio (RAS), Relación de Adsorción de Magnesio (RAM), Porcentaje de Sodio (%Na), Carbonato de Sodio Residual (CSR), la Relación de Kelley's (RK), Índice de Permeabilidad (IP), Porcentaje de Sodio Soluble PSS, Potencial Osmótico (PO), Salinidad Efectiva (SE), Salinidad Potencial (SP) y Dureza. La correlación entre RAS y CE, mostró que de las 46 muestras: el 23.9 % (C2-S1) son aguas de buena calidad para el riego, bajo peligro de sodificación y cuentan con una salinidad moderada, pudiendo emplearse en casi todos los cultivos con suelos de buena permeabilidad; el 56.5 % (C3-S1) son aguas utilizables para el riego con precauciones, bajo peligro de sodificación y son de salinidad media, debe usarse en suelos de permeabilidad moderada a buena; el 17.3 % (C3-S2) son aguas utilizables para el riego con precauciones, peligro de sodificación mediano y agua de salinidad media y por ultimo el 2.3 % (C3-S3) son aguas utilizables para el riego con precauciones, peligro de sodificación alto y salinidad media, debe usarse en sitios de permeabilidad moderada a buena. El diagrama de Wilcox mostró que 28.4 % de las muestras tienen la calidad de agua de buena a excelente, mientras que el 67.4 % tiene la calidad del agua de permisible a buena y un 2.1 % tiene calidad del agua de admisible a dudosa y por ultimo un 2.1 % era de calidad del agua inadecuada a dudosa. Los índices nos indican en forma global que el agua del acuífero colgado, se puede aplicar para el propósito de riego.

GEOH-18 CARTEL

MODELO HIDROGEOLÓGICO DE ARROYOS SAN CARLOS-SAN ANTONIO CHIHUAHUA, MÉXICO.

García-Olveda Alejandra, Magallanes-Miranda Brenda, Reyes-Cortés Ignacio Alfonso, Oviedo-García Angélica y Contreras-Caraveo Manuel
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
 a226109@uach.mx

El presente trabajo busca identificar la evolución y disponibilidad del agua en los arroyos San Carlos y San Antonio ubicados dentro del Área de Protección de Flora y Fauna en el Cañón de Santa Elena, en el estado de Chihuahua, México, a través de un modelo hidrogeológico conceptual, con énfasis en el marco geológico y las condiciones y características del flujo de agua sobre las diferentes litologías y estructuras. Condiciones que permitan controlar la propagación del pez invasor *Fundulus zebrinus* que es el depredador del pez nativo de la zona, hasta llevarlo a estar en peligro de extinción. El área está localizada en la parte este del Estado de Chihuahua, en los municipios de Ojinaga y Manuel Benavides. En las inmediaciones de las coordenadas 103°40' 0" W y 29°20' 0"N, que contribuye aproximadamente con un 2% de la zona desértica del estado (COTERA et al. 2004). Se consideraron aspectos hidrológicos, hidráulicos, geográficos y sociales. Para el muestreo se ubicaron 15 sitios potenciales para llevar a cabo los muestreos del área en base a los siguientes criterios: representatividad de cada una de las 3 unidades hidrogeológicas para cada uno de los arroyos, sensibilidad a los cambios de caudal, idoneidad para la simulación hidráulica y la representatividad de áreas de aprovechamiento (extracción y contribución por la presencia de áreas agrícolas, áreas de minas, así como las áreas de asentamientos humanos que contribuyen con descargas contaminadas). Solo se tomaron muestras en 11 de los puntos de interés debido a que los arroyos poseen flujos intermitentes y se encuentran en un estado crítico causado por la escasa precipitación de la zona. El modelo hidrogeológico conceptual simplifica el problema de campo y organiza los datos de manera que el sistema pueda ser analizado de manera efectiva para la distribución de los humedales y nichos de la flora y fauna riparia. El estudio arrojó datos como alta conductividad eléctrica en puntos donde afloran calizas arrecifales. Esto representa una salinidad por encima de los rangos normales lo que puede ocasionar estrés y hasta la muerte para los organismos (WASC, 2002). Los parámetros de la calidad del agua obtenidos se asociaron con las litologías de los puntos. La litología determina las condiciones para el hábitat del pez. En particular este modelo hidrogeológico conceptual contribuye a la identificación del hábitat de los peces en estudio y el control de los depredadores. El modelo incluye el análisis de la composición del agua resultante del intercambio iónico por efecto de la interacción de agua-roca. Se hace énfasis a lo largo de diferentes estructuras geológicas para definir la manera en que el agua interactúa con la roca e identificar las condiciones hidrogeológicas idóneas del hábitat del pez. Se presenta el modelo hidrogeológico conceptual propuesto con los sitios preliminares seleccionados como idóneos para proteger la especie en riesgo y el control de la especie invasora.

GEOH-19 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA INTRUSIÓN SALINA POR MEDIO DE UN ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO EN EL ACUÍFERO COSTERO DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Tamez Carol, Mahlknecht Jürgen y Antonio Arturo
Centro del Agua para América Latina y el Caribe, CDA
 tamez.carol@itesm.mx

El agua subterránea proveniente del acuífero de La Paz, en Baja California Sur, es la fuente principal para proveer agua potable a la población y para abastecer las demandas de agua para irrigación y agricultura de la zona. La extracción intensiva del acuífero para abastecer las necesidades antropogénicas, ha dado como resultado la disminución de los niveles estáticos, y aunado a que es un acuífero costero, la intrusión marina es notable y ha sido favorecida en algunos pozos de agua. En la presente investigación se realizó un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea para determinar el grado de intrusión salina y su origen en el acuífero. Se recolectaron 47 muestras representativas de agua subterránea, distribuidas geográficamente en el área de estudio en Agosto del 2013. Para determinar el grado de salinidad en las muestras de agua, se obtuvieron los tipos de familia, analizando concentraciones de cationes y aniones y graficándolas en un diagrama de Piper. Para determinar el origen de la salinidad, se calcularon índices molares de Na/Cl, SO₄/Cl, Cl/HCO₃ y Cl/Br, se graficaron contra las concentraciones de Cl y los resultados se compararon con los valores de agua de mar. Con el modelo PhreeQC se determinaron los índices de saturación de algunos minerales para así poder definir cuales aguas se encuentran en equilibrio, sobresaturado o sub-saturado respecto a la fase mineralógica. Posteriormente las muestras se georreferenciaron en un mapa geológico para corroborar que los elementos provengan de la interacción agua-roca. El diagrama de Piper dio como resultado 4 tipos de familias, siendo Na-Cl la más abundante en el 50% de las muestras, demostrando influencia de la intrusión marina. El índice molar Na/Cl (variando de 0.20 a 1.49) demostró que la salinidad proviene de dos fuentes: marina e interacción agua-roca. El índice rSO₄/Cl (0.6-0.53) caracterizó contribuciones adicionales de sulfatos al agua de mar en 19% de las muestras, probablemente producida por la disolución de yeso o anhidrita o por aplicación de fertilizantes, los cuales se infiltran y llegan al agua subterránea por el efecto del exceso de irrigación. El índice Cl/HCO₃ (0.38-7.81) demostró que

6% de las muestras no están afectadas por la salinidad, el 90% están ligeramente afectadas y el 4% están fuertemente afectadas. El índice rCl/Br (556-1,418) sugiere que el 93% de las muestras presentan una contribución adicional de salinidad (NaCl) proveniente de aguas residuales o de lixiviación de desechos sólidos. Los índices de saturación demostraron sobresaturación de aragonita, calcita, dolomita y albita, sugiriendo que los minerales están presentes en la roca o en la zona no saturada. La georreferenciación da por conclusión que los minerales presentes en el agua subterránea provienen de la interacción agua-roca y que la salinidad aumenta conforme se aproximan a la línea de la costa debido a la intrusión marina. Se recomienda hacer estudios complementarios utilizando isótopos ambientales para confirmar/contrarrestar los resultados químicos.

GEOH-20 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO TURBIO. HIDROGEOLOGÍA DEL ACUÍFERO PÉNJAMO-ABASOLO, ESTADO DE GUANAJUATO.

Martínez Reyes Juventino y Mitre Salazar Luis Miguel
Centro de Geociencias, UNAM
 jmr@geociencias.unam.mx

La cuenca hidrográfica del río Turbio se localiza sobre la parte occidental del estado de Guanajuato e incluye territorio jalisciense. El río Turbio sigue su curso de norte a sur hasta desembocar en el Río Lerma. En la parte baja de esta cuenca se localiza el acuífero Pénjamo-Abasolo. En 2001 la Comisión Estatal del Agua (CEA) del estado de Guanajuato implementó la red estatal de monitoreo de la calidad del agua subterránea. El acuífero Pénjamo-Abasolo es el que cuenta con el mayor historial de ese monitoreo. En los últimos años este acuífero ha ganado importancia en el sector industrial. Por esta razón, a través de un convenio entre la CEA y la UNAM, es objeto de un análisis de la evolución físico química del agua en relación a la hidrogeología, para valorar el estado actual del acuífero y tener una herramienta tangible en la toma de decisiones en el manejo del recurso hídrico. En esta presentación solo abordamos el marco estratigráfico y estructural del acuífero Pénjamo-Abasolo, el cual ha servido de base a las otras disciplinas hidrogeológicas que conjuntamente se ocupan del análisis de este acuífero, así como para la elaboración del modelo matemático. El marco estratigráfico y estructural del área ha sido elaborado a través de la revisión de la documentación geológica existente y su validación en el terreno. La interpretación del subsuelo se ha hecho con la información extraída del registro de los pozos que ha proporcionado la CEA. Estratigráficamente el área que enmarca el acuífero Pénjamo-Abasolo está constituida esencialmente por rocas volcánicas riolíticas del Oligoceno (Sierra Madre Occidental) y rocas andesítico-basálticas del Mioceno-Plioceno (Faja Volcánica Transmexicana). Estructuralmente diversos sistemas de fallas confluyen allí, con orientaciones NW-SE, NE-SW, E-W y N-S, formando altos y bajos tectónicos, como las sierras de Pénjamo y Abasolo y los grabens de Abasolo-Pénjamo y de Penjamillo, cuyo relleno granular almacena el agua del acuífero Pénjamo-Abasolo. La sobreexplotación del acuífero ha detonado desde hace algunas décadas el agrietamiento y fallamiento de los terrenos no consolidados, fenómeno mayormente presente en el graben Abasol-Pénjamo. Esto, además de afectar a la infraestructura urbana y rural, son vías o fuentes de contaminación del acuífero. Aunque administrativamente el acuífero Pénjamo-Abasolo es considerado como una unidad, geológicamente y hidrogeológicamente puede ser dividido en dos acuíferos bien definidos: el acuífero Abasolo-Pénjamo y el acuífero de Penjamillo. Los resultados del análisis geológico e hidrogeológico del acuífero Pénjamo-Abasolo muestran que actualmente es un acuífero muy deteriorado.

GEOH-21 CARTEL

INFLUENCIA DE LAS ESTRUCTURAS GEOLOGICAS EN LA SUBSIDENCIA

Jiménez Gabriel, González Padilla Raul David, Aguilar Mora Araceli y Arroyo Blanco Aketzalli
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
 gajizu@gmail.com

La subsidencia ocurre en cuencas sedimentarias costeras e intermontanas, formadas por acuíferos permeables y acuitados blandos compresibles. La extensión de las cuencas sedimentarias es del orden de miles de km², y sus profundidades llegan a alcanzar aproximadamente 1500-2000 m. En un área tan grande existen estructuras geológicas como pliegues, fallas, fracturas, ríos, lagunas, intrusiones, actividad volcánica, y de todas ellas se encuentran su influencia en el entorno geológico. La subsidencia es un proceso regional de consolidación tridimensional en el subsuelo debido al abatimiento del nivel del agua subterránea, que origina una disminución de la presión del agua y por ende un aumento de los esfuerzos efectivos. Por cada metro de declinación del nivel del agua subterránea, el esfuerzo efectivo aumenta 9.8 (1 t/m²). Es decir la fase sólida del suelo deja de recibir el empuje ascendente del agua que es de 10 (1 t/m²) (principio de Arquímedes). Para realizar el estudio del proceso de subsidencia en una región es necesario determinar las estructuras geológicas, propiedades hidráulicas y secuencias de las unidades hidrogeológicas presentes en el sistema acuífero, que influyen en el tiempo en que ocurren los asentamientos y su magnitud. El conocimiento de la geología es la base para diseñar un modelo hidrogeológico que puede explicar las grietas de tensión y pronosticar las deformaciones de la superficie del terreno. a) Estratigrafía irregular, diferentes tipos de estratos, en consecuencia diferentes

condiciones de frontera, diferentes parámetros de compresibilidad y conductividad hidráulica lo anterior influye en la magnitud y tiempo en que ocurre la subsidencia) Buzamiento de los estratos, discontinuidad de los estratos, fallas, intrusiones. Las intrusiones y fallas son las responsables de la discontinuidad y diferente espesor de los estratos, generando diferentes magnitudes de asentamientos. En zonas de falla el nivel freático puede localizarse a diferente profundidad debido a que la falla sea el contacto de estratos permeables e impermeables, lo cual ocasiona diferente profundidad de abatimiento. c) Diferente profundidad del nivel del agua subterránea, variación del nivel de abatimiento del agua subterránea debido a diferente recarga, distintas tasas de extracción. Lo anterior somete al medio poroso a variaciones en la intensidad de los esfuerzos efectivos y por peso propio.

GEOH-22 CARTEL

“EXPERIMENTOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS A NIVEL LABORATORIO PARA LA BIOSORCIÓN DE Pb^{2+} EN AGUAS CONTAMINADAS UTILIZANDO LA MACRÓFITA ACUÁTICA *TYPHA LATIFOLIA* INERTE.”

Cordova Molina Cynthia del Carmen, Calvo Ramos Daniela
Kristell, Muñoz Torres María Carolina y Vega González Marina
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
cynthia.cordova86@hotmail.com

La capacidad de la *Typha latifolia* para ser usada como biomasa en la remoción de Pb^{2+} de aguas contaminadas se evaluó en el presente trabajo bajo condiciones controladas en experimentos estáticos en batch, dinámicos en columnas y su caracterización por espectroscopia de infrarrojo. Para los experimentos en batch se seco la biomasa y se llevó a un tamaño de partícula menor a 0.149 mm y se puso en contacto con soluciones estándares de Pb^{2+} a las concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L en un agitador orbital. Se usaron diferentes partes de la planta como raíz, hojas y tallo y se determinó la influencia de diversas condiciones experimentales como pH (4, 5 y 6), dosis de biomasa (0.3, 0.15 y 0.075 g/15ml de solución de Pb^{2+}) y tiempo de contacto (30, 60 y 120 minutos). La *Typha latifolia* mostró una alta eficiencia en la remoción de Pb^{2+} al retener más del 90% del metal. Posteriormente se realizaron experimentos dinámicos en columnas evaluándose el efecto de la altura del lecho del adsorbente (1.5 y 2 cm) y utilizando un flujo fijo de 0.0537 ml/minuto con una bomba peristáltica. Se trabajaron concentraciones de 10, 20, 30 y 40 ppm de Pb^{2+} a pH 6. Los experimentos en columnas demostraron que la *Typha latifolia* tiene una buena capacidad de adsorción de Pb^{2+} para las concentraciones de 10 y 20 ppm, lo que nos indica que la planta se satura más lento que a las concentraciones de 30 y 40 ppm con las que las columnas se saturaron fácilmente. La caracterización estructural de la macrófita por espectroscopia de infrarrojo reveló la presencia de grupos funcionales como carboxilos ($-C=O$) e hidroxilos ($-OH$) que pueden ser los principales responsables del proceso de adsorción del metal. Esta especie de macrófita resultó ser eficiente en su forma inerte obteniéndose resultados comparables a los reportados en trabajos en donde la planta es usada viva para remover metales pesados, lo que es de gran interés ya que, con este tipo de ecotecnología, no se generan residuos peligrosos, es de bajo costo y se tiene la posibilidad de recuperar el metal adsorbido.

GEOH-23 CARTEL

EVOLUCIÓN HIDROGEOQUÍMICA INVERSA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MÉXICO

Ramos Leal José Alfredo¹, Morán Ramírez Janete¹, López Álvarez Briseida², Santacruz de León Germán² y Carranco Lozada Simon Eduardo³
¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
²Colegio de San Luis, COLSAN
jalfredo@ipicyt.edu.mx

La evolución del agua subterránea aumenta conforme su tiempo de residencia y recorrido de su trayectoria de tal manera que aguas de reciente infiltración son bajas en concentraciones iónicas y parámetros fisicoquímicos en tanto que las aguas más evolucionadas tienen concentraciones altas en estos componentes según lo descrito por Tóth en 1999. El agua subterránea tendrá menos cantidad de sólidos disueltos en la zona de recarga y estos aumentan conforme avanza adquiriendo las características químicas asociadas a los materiales geológicos por los que circula. Según Chebotarev (1955) el agua subterránea tiende a evolucionar hacia la composición química de un agua de mar este cambio sistemático en la composición en los aniones va de (HCO_3^-) ? ($HCO_3^- + SO_4^{2-}$) ? ($SO_4^{2-} + HCO_3^-$) ? ($SO_4^{2-} + Cl^-$) ? ($Cl^- + SO_4^{2-}$) ? (Cl^-). Por otro lado Mifflin (1988) muestra que en general la evolución química del agua subterránea durante su trayecto esta en función de la litología y los iones SO_4^{2-} y Cl^- tienden a aumentar y que el intercambio iónico es común en las cuencas sedimentarias por lo que las concentraciones de iones Ca y Mg disminuyen en tanto que los iones Na y K aumentan durante su tránsito. De acuerdo a esto los indicadores son bajos en flujos locales y son altos en flujos intermedios y regionales. En el caso de el karst huasteco de la Sierra Madre Oriental, la evolución regional no se desarrolla de manera normal como lo describe Chebotarev, por lo que se considera una evolución inversa ($Ca-SO_4$) ? ($Ca-CO_3+Ca-SO_4$) ? ($Ca-HCO_3$). Esto también se observa en los indicadores hidrogeoquímicos SO_4+Cl y $Na+K$ utilizados

por Mifflin. En donde los valores en la zona de recarga son muy altos y en la zona de descarga son bajos.

GEOH-24 CARTEL

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD QUE PRESENTA LA PLANTA *ELEOCHARIS BONARIENSIS* NEES ACTIVADA TÉRMICAMENTE DE REMOVER $Zn(II)$ DE AGUA CONTAMINADA EN FASE ESTÁTICA Y DINÁMICA”

Caballero Gómez María de los Angeles, Vega González Marina y Muñoz Torres María Carolina
Centro de Geociencias, UNAM
angeles.caballero@outlook.com

La contaminación del agua con metales pesados es un problema actual que se origina por la creciente actividad industrial. En este trabajo se utilizó la planta *Eleocharis bonariensis* nees como bioadsorbente para remover $Zn(II)$ de un medio acuoso en fase estática (batch) y dinámica (sistema de columnas). La cuantificación del metal remanente en la solución, después del contacto con la planta, se obtuvo por AAS. Por medio de experimentos batch se determinó que la temperatura de activación de la planta fue de 400 °C al aumentar su capacidad de remoción de un 69% (a 200 °C) a más del 92%, lo que puede deberse principalmente al aumento en su área superficial. El pH en el intervalo de 4 a 6, no tiene un efecto importante en el proceso de remoción, el porcentaje de $Zn(II)$ removido fue por arriba del 99%. Las dosis evaluadas, 0.075, 0.1 y 0.15g/15ml, tampoco afectaron de manera significativa el desempeño de la macrófita, igualmente el porcentaje fue mayor al 99% para los tres casos, como para las diferentes concentraciones iniciales del metal (10, 20, 30, 40 y 50 mg/L). La modificación de la fuerza iónica del medio, con la adición de NaCl a 0.001, 0.01 y 0.1 M, no influyó en la capacidad de adsorción de la biomasa, es decir, no existe competencia entre los iones de Na(I) y los de $Zn(II)$ por los sitios activos. La caracterización estructural de la *Eleocharis bonariensis* nees, por medio de espectroscopia de infrarrojo, revela una estructura compleja cuyos principales grupos funcionales son el $-OH$, $-CH_2-$, $-CH_3$, $-C=O$ y $-C=C-$, de los cuales el grupo carboxilo e hidroxilo se han reportado como activos en procesos de remoción de metales. La macrófita está constituida también por una parte inorgánica identificada por la presencia de grupos Si-O, los cuales son evidentes a medida que la parte orgánica va desapareciendo con el tratamiento térmico. La capacidad de remoción de la planta activada a 400 °C también fue evaluada en fase dinámica, para lo que se usaron columnas de lecho fijo y flujo ascendente impulsado por una bomba peristáltica. Se evaluó la influencia de diversos factores sobre el desempeño de la biomasa como la concentración inicial del metal (10, 30 y 50 mg/L a un pH de 6), la velocidad del flujo (0.067 ml/min y 0.138 ml/min) a la misma altura de lecho y la altura del lecho (1 y 2 cm) con la misma velocidad de flujo. La *Eleocharis bonariensis* nees activada térmicamente tuvo un mejor desempeño en un sistema dinámico a una altura de 2 cm de lecho, con un flujo de 0.067 ml/min y tiene mayor capacidad de adsorción a concentraciones bajas de $Zn(II)$ (10 mg/L). La planta *Eleocharis bonariensis* nees tiene un importante potencial como alternativa para la remoción de metales pesados de medios acuosos por su fácil obtención, bajo costo y alta capacidad de remoción.

GEOH-25 CARTEL

ESTRATEGIA PARA LA MODELACIÓN DE PRUEBAS DE BOMBEO CONSIDERANDO FLUJO DE CALOR EN LAS CAPAS PROFUNDAS DE LA CUENCA DE MÉXICO

Ortiz Quintero Eleazar¹, Briseño Ruiz Jessica², Morales Casique Eric² y Escolero-Fuentes Oscar²
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
²Instituto de Geología, UNAM
geoeleazar@gmail.com

La búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento de agua en la Ciudad de México, ha llevado al Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) junto con otras instituciones a la exploración de posibles reservorios de agua que se encuentren muy por debajo (más de 500 metros de profundidad) del acuífero hoy en día en explotación. Como respuesta a lo anterior, en el año 2012 el SACMEX perforó un pozo exploratorio denominado “San Lorenzo Tezonco” (SLT), ubicado al oriente de la ciudad. Este pozo cuenta con 2,008 metros de profundidad y fue perforado con el propósito de estudiar las capas medias y profundas que conforman esta zona, así como determinar la permeabilidad de los distintos estratos y analizar la profundidad y capacidad del acuífero. La información del pozo SLT presenta implicaciones científicas importantes, ya que el estudio, análisis de los datos y características del pozo pueden permitir obtener información relacionada con el comportamiento hidrogeológico de las formaciones acuíferas profundas, de las cuales se conoce muy poco. Una de las características más significativas del pozo SLT además de su profundidad, es la información de temperatura del agua subterránea recabada a diferentes profundidades. La distribución espacial de temperaturas en un acuífero depende de las conductividades térmica (?) e hidráulica (K) del medio y su capacidad calorífica (Cc), así como del patrón de flujo del agua subterránea. En el subsuelo los parámetros hidrogeológicos y térmicos pueden variar tanto lateral como verticalmente, y son parámetros necesarios para entender y modelar el flujo acoplado de agua y calor en el medio hidrogeológico. En este trabajo planteamos la interpretación de las pruebas de aforo del pozo SLT mediante la modelación matemática utilizando el método de elemento finito y un código numérico

(FEFLOW) que permita acoplar el flujo de agua y de calor; la complejidad del problema requiere incorporar la densidad, viscosidad del agua y permeabilidad del medio. La estrategia de modelación incluye: 1) la realización de un análisis detallado de la información del pozo y de diversos estudios previos para establecer el modelo conceptual; 2) la discretización espacial y temporal del modelo y la determinación de los esfuerzos del sistema (bombeo, recarga, entradas de flujo, condiciones de frontera y las condiciones iniciales); 3) la implementación y calibración del modelo de simulación, tomando en cuenta el acoplamiento de las ecuaciones que gobiernan la modelación del flujo y el transporte de calor; 4) la determinación del error y sensibilidad del modelo. Presentamos los resultados preliminares de la simulación, suponiendo en principio un acuífero confinado en un medio homogéneo e isotrópico, proponiendo flujo horizontal y radial hacia el pozo.

GEOH-26 CARTEL

METODOLOGIAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CONECTIVIDAD HIDRÁULICA ENTRE DOS CUENCAS HIDROGEOLOGICAS

Torres Sonia¹, Ramos Leal José Alfredo², Dávila Harris Pablo² y Carranco Lozada Simon Eduardo²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²IPICYT

sonia.torres@ipicyt.edu.mx

Se presentan los avances de un estudio de conectividad hidráulica en un acuífero kárstico (presencia de cavernas por disolución de rocas calcáreas) en el estado de San Luis Potosí, México. Los espacios interconectados entre ellos generan la circulación del agua a través del subsuelo, la interacción agua-roca, la hidrogeoquímica del acuífero y la predicción de la procedencia del agua. El área de estudio se encuentra ubicada en el centro del estado de San Luis Potosí, en la porción occidental del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras que conforma la Sierra Madre Oriental, su morfología es el resultado de la tectónica laramídica que dio origen a dicha sierra, con anticlinales y sinclinales orientados localmente Norte-Sur. La geología local está comprendida principalmente por dos unidades geológicas: la Formación el Abra (Cretácico superior) y la Formación Guaxcamá (Cretácico inferior, medio superior). La primera consiste de calizas arrésciales, donde la disolución ha producido hundimientos superficiales dando como resultado una morfología kárstica, con dolinas, poljes y conductos que controlan el flujo subterráneo. Le subyace la Formación Guaxcamá, la cual está formada por rocas evaporíticas (anhidritas) del Cretácico inferior, presuntamente impermeables. Las unidades del Mesozoico están cubiertas en sus partes topográficamente más bajas por depósitos aluviales del Cuaternario, sin tener esto influencia en el sistema acuífero. El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización de la conectividad hidráulica entre la cuenca endorreica de Joya de Luna (topográficamente más elevada entre los paralelos 22° 05' y 22° 56' de latitud norte y entre los meridianos 100° 07' y 100° 28' de longitud oeste) y la cuenca de Cerritos en la zona de descarga de Guaxcamá (con elevación aproximada de 1100 msnm y 1400 msnm). Se utilizan dos metodologías: 1) se aplican trazadores pigmentados de diferentes colores (esporas Lycopodio) en la zona de recarga y se monitorea en la zona de descarga (Zona de Guaxcamá); 2) Se realiza una identificación de polen y esporas de la diversidad de flora en zona de recarga y en la zona de descarga. Se presentan resultados preliminares para determinar la conectividad hidráulica que existe entre Joya de Luna y Guaxcamá.

GEOH-27 CARTEL

ANÁLISIS GEOQUÍMICO, MODELACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA QUE ABASTECE A LA ZONA DE MORELIA, MICHOACÁN MÉXICO.

Estrada Murillo Aurora María
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
aurora_estrada@yahoo.com.mx

El acuífero de la ciudad de Morelia, ha sido una zona de estudio muy asidua en diferentes programas de estudio, lo cual permite encontrar variedad de puntos de vista y avanzar en el conocimiento amplio cuasi real de la zona. En este trabajo se realiza una recopilación de esos estudios realizados en el acuífero de la ciudad de Morelia, por las diversas disciplinas, así como la implementación de un estudio geoquímico a través de la calidad del agua, en distintos pozos de extracción en la zona, cuyos pozos son seleccionados discretamente de acuerdo a su ubicación en relación a la geometría de la zona y su delimitación por las fallas que la atraviesan y los bloques formados en consecuencia por ellas. Se relaciona el análisis geoquímico, la geología, la geología estructural, la hidrogeología, entre otras áreas, sobre el comportamiento del acuífero a través de una modelación utilizando un software que permita limitar las condiciones frontera e identificar las condiciones de flujo, interpretando el comportamiento y las propiedades del acuífero que abastece a la zona de Morelia, a través del método integral de diferencias finitas empleando el software MODFLOW 3.1.

GEOH-28 CARTEL

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICAS APLICADAS A LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN EL VALLE DE QUERÉTARO Y ALREDEDORES.

Rojas Ortega Edgar, Galván Jesús, García Chávez Jafet, Martínez Ramírez Ángeles y Steinich Birgit
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
edgar.rojas@ipicyt.edu.mx

En los últimos años la sobreexplotación de acuíferos someros en zonas urbanas se ha vuelto una situación cada vez más alarmante; tal es el caso del acuífero del Valle de Querétaro, donde la extracción del agua subterránea ha causado una acelerada reducción en los niveles piezométricos. Por esta razón los estudios para identificar zonas con potencial de recarga tanto artificiales como naturales se vuelven de vital importancia, especialmente en zonas como la del Valle de Querétaro, donde el crecimiento urbano ha incrementado de manera significativa. Por otro lado, la integración de sistemas de información geográfica (SIG) en los estudios para estimar áreas con potencial de recarga hídrica se han vuelto una poderosa herramienta cada vez más utilizada, que lejos de sustituir el trabajo de campo, lo complementan permitiendo el desarrollo de campañas de campo más adecuadas y eficientes. El presente trabajo propone zonas con potencial de recarga (artificial y/o natural) en el valle de Querétaro y parte del estado de Guanajuato basado en la integración de diferentes técnicas de percepción remota y SIG. Los estudios realizados para este trabajo abarcan análisis geológico-estructurales, edafológicos, de uso de suelo y vegetación, así como de información climatológica de precipitación y evaporación del área de estudio. El conjunto de datos obtenidos fueron procesados para realizar una combinación algebraica de las distintas capas de información, dando como resultado un mapa de potencial de recarga para la zona de estudio. Este trabajo podría ser de gran utilidad para estudios geohidrológicos posteriores en la zona, o bien para futuras obras hidráulicas.

Sesión Regular

Geología del petróleo

Organizadores:

Enrique Coconi

Alberto Arias

GP-1 CARTEL

ZONA DE FALLAS EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DE AKAL, CANTARELL, TRAMPAS ESTRUCTURALES Y POSIBLE ALMACÉN DE HIDROCARBUROS.

Juárez Luis
PEMEX Exploración y Producción
luis.juarez@pemex.com

El Campo Cantarell es un campo maduro en etapa de franca declinación sin embargo aun se tiene áreas de oportunidad para su explotación. Particularmente a nivel Jurásico Superior Kimmeridgiano (JSK) actualmente se realizó una cartografía de las fallas que afectaron al bloque de Akal, , que es el mas grande y mayormente desarrollado del Complejo Cantarell, encontrándose algunas zonas con posibilidad de contener hidrocarburo. particularmente en la porción occidental de Akal, limite con la estructura Kutz. Se han cartografiado rasgos que denotan una geometría de bloque escalonados con geometría cóncava hacia el Oeste . como resultado de esta geometría y considerando la intercalación de horizontes carbonatados con terrigenos existe la posibilidad que algunos compartimientos queden aislados por la yuxtaposición de dichos horizontes por lo que existe la posibilidad de contener hidrocarburo entrampado en ellas. Si se considera que esos bloques han quedado aislados y no se ha extraído hidrocarburos de ellos se esperaría que los contactos de agua y de gas no hayan avanzado por lo que representan una magnífica oportunidad de desarrollo en ellos. Adicionalmente se han documentado rasgos que sugieren la presencia de fallas con movimiento lateral lo que ello implica que también existan zonas en donde ocurra movimientos en la componente vertical también exista la posibilidad de tener bloques aislados en estas zonas tal y como se ha corroborado con pozos que recientemente manifestaron aceite en la parte oriental de Akal con presiones anormales o similares a la presión original. Lo anterior se traduce a que A nivel Jurásico Superior Kimmeridgiano se tengan aún zonas con posibilidad de explotación de hidrocarburos y se deben aprovechar al máximo aunado a lo anterior con los datos de facies sedimentarias recientemente interpretadas se puede dar una visión más clara de la disposición de este yacimiento . de tal forma que conjuntando los aspectos sedimentarios y estructurales se puedan visualizar las mejores estrategias de explotación para el Complejo Cantarell.

GP-2 CARTEL

LOCALIZACIÓN DE REGIONES CON MEJOR POTENCIAL PETROLERO CARACTERIZANDO PRIMER Y SEGUNDO MEDIO EN EL MODELO ESTÁTICO DEL CAMPO MAY JSK

Diego Gonzalo¹, Soriano Esteban² y Pedraza Claudia²
¹Schlumberger
²Petróleos Mexicanos, PEMEX
gortiz6@slb.com

Caracterizar la heterogeneidad que los paquetes de roca presentan en bancos oolíticos es prioritario para entender y desarrollar yacimientos de hidrocarburo, esta premisa se ha considerado para el modelado del campo May en su yacimiento Jurásico Superior Kimmeridgiano (JSK). Para tener un mejor control estratigráfico en la estructura interna del modelo estático se utilizó como referencia el trabajo realizado por Ángeles Aquino para el periodo Jurásico en la sonda de Campeche, el cual subdivide en ocho litofacies. Identificadas de la A hasta la H. El yacimiento Jurásico del campo May es de edad Kimmeridgiano, en él se ubicaron las litofacies E,D yC, posteriormente se identificaron, correlacionaron y modelaron 5 subunidades en la unidad E, 2 subunidades en la unidad D y siete subunidades en la unidad C. Utilizando petrofísica avanzada se separaron dos medios: en porosidad, el primer medio se conformó con las curvas de porosidad de matriz (POR_MATRIZ) y porosidad de microfractura (POR_MFRACT), mientras que el segundo medio lo constituyeron la porosidad de fractura (POR_FRACT) y porosidad de vórgulos conectados (POR_VC). Para la distribución de propiedades petrofísicas en el primer medio se generó un modelo sedimentario, modelo litológico y modelo de tipo de rocas, los cuales sirvieron de guía para la distribución de las propiedades petrofísicas. La distribución de propiedades del segundo medio estuvo guiada por un atributo sísmico de fracturas de alta resolución. Con esta discretización se pudo identificar las regiones con mayor contenido de Hidrocarburo y las zonas con oportunidad exploratoria.

GP-3 CARTEL

METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR MUESTRAS DE AFLORAMIENTOS Y NÚCLEOS DE POZOS

Ruiz-Violante Agustín
JUBILADO
ruizvio@gmail.com

Esta charla fue preparada para que alumnos, y recién egresados, de Ciencias de la Tierra tengan una guía de cómo proceder en el estudio de sus muestras de campo y en fragmentos de núcleos de pozos, con fines sedimentológicos, estratigráficos, petrográficos para su aplicación en Geología del Petróleo. Primero debe revisarse el área de trabajo para seleccionar los afloramientos donde se tomarán las muestras, si son núcleos de pozos escoger los fragmentos a estudiar en

la bodega de núcleos, para describir, fotografiar y analizar, tanto las muestras como los fragmentos de núcleos. Como se requieren hacer estudios de petrofísica que son destructivos, las muestras recolectadas en el campo se manipulan para realizar tapones, láminas delgadas, superficies pulidas, etc. Los estudios en superficies pulidas se han hecho desde el siglo pasado, sólo que hasta ahora se habían hecho en fragmentos de núcleos y aquí mostramos que son igualmente útiles en muestras de mano. Se obtienen láminas delgadas y testigos de las mismas, que se impregnan con resina teñida de azul para estudiar su porosidad: se las describe y analiza en el microscopio petrográfico; a otras se las tiñe con el rojo de alizarina, para poder diferenciar entre la calcita y la dolomita. También se aplican estudios de catodoluminiscencia, para determinar la estructura de determinados minerales, como la dolomita, ver crecimientos, corrosiones, etc., determinar a detalle los cambios producidos en la roca por los fluidos diagenéticos, la generación de cementos; pudiéndose determinar el protolito y los cambios diagenéticos sufridos por el mismo. Las muestras se analizan también con el microscopio de barrido electrónico, para estudiar sus diferentes propiedades como fracturamiento, microfauna, búsqueda de minerales accesorios típicos de pulsos dolomitizantes de alta temperatura. Con el microscopio electrónico de barrido podemos observar las texturas de las rocas, así como patrones de zonamiento. Identificar estructuras fósiles pasadas por alto durante el análisis petrográfico, etc. Con los estudios antes mencionados se pueden caracterizar, tanto los núcleos de pozos como las muestras obtenidas en el campo, pues se las puede clasificar petrográficamente y estudiar su sedimentología, estratigrafía y diagénesis. Ya con los datos que se obtienen del estudio, se tratará de encontrar un análogo con el que podamos comparar nuestros resultados para poder dilucidar el problema que queremos resolver.

Sesión Regular

Geología estructural y tectónica

Organizadores:

Rosalva Pérez

Rafael Barboza Gudiño

Mariano Cerca

GET-1

EL NEOGRABEN DE COLIMA

Álvarez Román¹, Yutsis Vsevolod², Rojas Alejandro² y González Miguel³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²IPICYT

³UNAM

ralva@prodigy.net.mx

El graben de Colima ha sido descrito por varios autores como una estructura N-S que va del punto triple (rift-rift-rift) en donde converge con otros dos grábenes (Tepic-Zacoalco y Chapala) hasta el Complejo Volcánico de Colima (CVC). Hacia el sur del CVC no se ha encontrado evidencia de su continuación. El inicio de la formación del graben de Colima ha sido asociado con el inicio de la separación de Baja California de la placa Norteamericana, hace alrededor de 6 Ma; sin embargo el magmatismo asociado al proceso de desgarramiento (rifting) de la zona no va más allá de 1.7 Ma en el volcán Cántaro, al norte del CVC. Estudios previos de tomografía sísmica han mostrado que las placas en subducción de Rivera y Cocos se separan a profundidades de 140-200 km provocando localmente flujos toroidales. El lugar en superficie al que corresponde esa separación es ligeramente al oeste de la localización de las componentes central y norte del graben de Colima, en las que en ese estudio suponen que está el límite entre dichas placas. Al norte del CVC también se ha identificado un proceso de transtensión que potencialmente puede ser el responsable de la formación de por lo menos la parte central del graben de Colima. Allan (1975) hizo un modelo gravimétrico de la parte norte del graben de Colima; ahora presentamos un estudio gravimétrico que incluye y amplía considerablemente su zona de estudio, incluyendo las sierras que se encuentran al oeste del graben, así como la anomalía gravimétrica negativa del CVC al sur. Encontramos que en la proximidad de Sayula hay un mínimo gravimétrico que está 6 mGals por debajo del mínimo de la zona estudiada por Allan al norte, aunque topográficamente está a mayor altura. Esta anomalía negativa tiene forma de herradura, con su parte abierta orientada al SW. En este punto el graben se bifurca desde el punto de vista gravimétrico, generando un nuevo ramal del graben en dirección SW-NE que no había sido reportado hasta ahora. Interpretamos este nuevo ramal como una reactivación del proceso tectónico que dio lugar al graben de Colima, que ocurre también en la zona de transtensión y que podría tratarse de una reorientación del proceso de rifting más antiguo, por lo que lo denominamos el Neo-graben de Colima. La zona coincide con la localización del límite de las placas de Rivera y Cocos arriba mencionada. Por su localización esta anomalía podría estar vinculada al origen del vulcanismo en la zona (Volcán Cántaro) iniciado hace 1.7 Ma, lo que también podría acotar su origen en el tiempo.

GET-2

MECANISMOS DE EMPLAZAMIENTO DEL COMPLEJO INTRUSIVO DE VELARDEÑA, DURANGO

Ramírez Peña César Francisco¹, Chávez Cabello Gabriel¹ y Aranda Gómez José Jorge²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

cesar_fran88@hotmail.com

El Complejo Intrusivo de Velardeña (CIV) está localizado entre el límite suroeste del Sector Transversal de Parras y la Mesa Central, cerca del cambio de rumbo de los ejes de pliegues que generan el receso de Torreón, en su parte interna. El CIV corresponde a una estructura dómica, constituida por rocas sedimentarias marinas del Cretácico (formaciones Tamaulipas Inferior, La Peña, Tamaulipas Superior-Cuesta del Cura e Indidura-Caracol) y continentales del Terciario (formación Ahuichila), las cuales están afectadas por el emplazamiento de intrusivos en forma de sills, diques y stocks de composición intermedia y ácida. Los mecanismos de emplazamiento de magmas que operaron en la zona corresponden a: (a) Levantamiento del techo de la cámara magmática (doming), evidenciado por la presencia de plegamiento periférico generado por deslizamiento flexural, así como fallamiento lateral, y una posterior e importante etapa de fallamiento normal en el techo de la cámara magmática; (b) rebaje magmático (stopping) y hundimiento incipiente del techo de la cámara magmática (cauldron subsidence), lo cual está representado por fallamiento normal periférico al domo, así como hundimiento de la parte central del mismo, con presencia de bloques basculados y metamorizados. La ausencia de estructuras regionales que permita establecer relaciones temporales entre la deformación regional y el emplazamiento del complejo ígneo, la relación de corte respecto a la Formación Ahuichila, así como la ausencia de deformación penetrativa en los intrusivos, permite definir al CIV, como un complejo intrusivo misterioso (de acuerdo a la clasificación de Paterson et al., 1991), emplazado de manera forzada (levantamiento y acortamiento periférico) y post-tectónico a la deformación Sevier-Laramide de la Sierra Madre Oriental.

GET-3

LA ESTRUCTURA TECTÓNICA FALLA CASAS VIEJAS CARACTERÍSTICAS E IMPLICACIONES EN LA EVOLUCIÓN DE LA SUBCUENCA EL CARDONAL, BAJA CALIFORNIA SUR.

Pérez Venzor José Antonio, Victorio Serrano Mario Alberto, Schwennicke

Tobías, Santisteban Mendivil Diana María y Cortés Martínez Mara Yadira

Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

japerez@uabcs.mx

La región meridional de la península de Baja California se caracteriza por la presencia de varios sistemas de fallas transpeninsulares en donde resalta el sistema de la falla San José del Cabo, estructura que limita el borde oriental del bloque de Los Cabos o sistema montañoso central. La estructura yuxtapone a las rocas metamórficas y plutónicas (cretácicas) con las rocas de la cuenca San José del Cabo (terciarias). El sistema de falla ha tenido una influencia significativa en el desarrollo de la cuenca San José del Cabo y en los rasgos desarrollados en el Terciario y Reciente de la región meridional. El extremo norte del sistema de falla San José del Cabo es denominada en este trabajo falla Casas Viejas. La estructura Casas Viejas ha sido considerada como parte de la prolongación del sistema de falla San José del Cabo y ligada a la evolución de la cuenca San José. Esta falla limita el flanco oriental de la sierra La Gata y yuxtapone a las rocas del complejo metamórfico de la sierra La Gata en el norte y a las rocas del ensamble plutónico en el centro y sur con las rocas sedimentarias de la subcuenca Cardonal. La falla Casas Viejas es una estructura de orientación N-S con expresiones morfológicas contrastantes que permiten dividirla en tres sectores, en cada uno caracterizado por sus rasgos morfológicos, tales como presencia de terrazas, grado de erosión y dinámica. La estructura corresponde a una falla normal pero con cinemática diferentes en cada sector. En el norte aflora como una falla normal de ángulo alto; en el sector centro la falla es una falla con tendencia listrica y se expresa por una zona de más de 100 m de ancho con presencia de pseudotaquilita así como fallas normales y antitéticas, cubierta por depósitos recientes; en el sector sur la falla es de una geometría más compleja y tiende a ser de bajo ángulo en donde los desplazamientos horizontales son evidentes de metros a decenas de metros en este sector. Su ancho de 100 a 150 m aflora a lo largo del arroyo San Bartolo y en la carretera en el puente El Saltillo. Al parecer los segmentos norte, centro y sur representan niveles diferentes de erosión. El trabajo expone los resultados e implicaciones obtenidos a la fecha de la falla Casas Viejas.

GET-4

TIMING OF RIFTING IN THE SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA AND ITS CONJUGATE MARGINS: INSIGHTS FROM THE PLUTONIC RECORD

Ferrari Luca¹, Duque Trujillo José², Orozco Esquivel Teresa¹, López Martínez Margarita²,

Lonsdale Peter⁴, Bryan Scott⁵, Kluesner Jared⁶, Piñero Lajas Doris³ y Solari Luigi¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³CICESE

⁴Scripps Institution of Oceanography

⁵School of Earth, Environmental and Biological Sciences, Queensland University of Technology

⁶Dept. of Earth and Planetary Sciences, University of California, Santa Cruz

luca@unam.mx

The Gulf of California is a young example of crustal stretching and transtensional shearing leading to the birth of a new oceanic basin at a formerly convergent margin. Previous studies along the southwestern rifted margin in Baja California indicated that rifting began after subduction and related magmatism ceased at ~14-12.5 Ma. However, the geologic record on the Mexico mainland (Sinaloa and Nayarit states) indicates crustal stretching in the region began as early as late Oligocene. The timing of cooling and exhumation of pre- and syn-rift plutonic rocks can provide constraints on the timing and rate of rifting. We present results of a regional study on intrusive rocks in the southern Gulf sampled along the conjugate Baja California and Nayarit-Sinaloa rift margins as well as plutonic rocks now exposed on submerged rifted blocks inside the Gulf. Seventy-two mineral ages were obtained from forty-one samples by U/Pb dating on zircon, and 40Ar-39Ar dating of hornblende, biotite, muscovite, K feldspar and groundmass, providing emplacement age and thermochronological constraints on timing and rate of cooling. We found an extensive suite of early and middle Miocene plutons emplaced at shallow depths within the Cretaceous-Paleocene Peninsular Range and Sinaloa-Jalisco batholiths. Early Miocene granitoids occur in an elongated WNW-ESE belt crossing the entire southern Gulf from southern Baja California to Nayarit and Sinaloa. Most have an intermediate composition but a distinctive group of high-silica granites (>75 SiO₂ wt%) were emplaced at 20.1 – 18.3 Ma. Age span and chemical composition of these silicic plutons overlap ignimbrites and domes exposed in the southern Sierra Madre Occidental, suggesting that eruptive sources for the early Miocene ignimbrite flare-up may also have been located within the southern Gulf of California. Early Miocene plutons cooled below the 40Ar-39Ar biotite closure temperature (~375 °C) in less than 2.5 m.y., which we interpret as evidence of a regional extensional event leading to the opening of the Gulf of California. A less widely distributed suite of intermediate composition, middle Miocene granitoids (15 to 13 Ma) were sampled from the central- western part of the Gulf, west of the Pescadero Basin and correspond to

the volcanism recorded by the middle and upper members of the Comondú Group in Baja California. Thermobarometry data indicate a very shallow depth (<5 km) of emplacement for the middle Miocene plutonic rocks. Early and middle Miocene granitoids away from the Gulf axis yielded 40Ar-39Ar cooling ages very close to U-Pb zircon ages, demonstrating rapid cooling to <375°C that we attribute to their shallow emplacement and possibly, to exhumation soon after intrusion. Since Comondú-age and mid-Miocene magmatism in the Gulf region coincided with rapid cooling of young plutons that pre-date the end of subduction, we suggest that intense crustal stretching controlled Comondú-age magmatism, rather than the mid-Miocene magmatism controlling the locus of <12 Ma extension.

GET-5

GEOLOGÍA DE LOS INTRUSIVOS DEL ARCO DE CHIAPAS DEL MIOCENO Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS AL DESARROLLO DE LA ZONA DE CIZALLA TONALÁ.

Peña Alonso Tomás y Molina Garza Roberto
Centro de Geociencias, UNAM
topeax@gmail.com

El Macizo de Chiapas (MC) es un complejo plutónico y metamórfico del Pérmico-Triásico que está regionalmente ubicado en el extremo occidental del Bloque Maya. Un cinturón de pliegues y cabalgaduras ubicado a lo largo del margen norte del MC, y vigente hace 12-10 Ma, exhumó rocas sedimentarias suprayacentes del Jurásico-Mioceno. Asimismo, a lo largo del margen sur, el MC define un escarpe de ~1500 m en contacto con la planicie costera de ~25 km de ancho que está ubicada en las cercanías del Golfo de Tehuantepec. La zona de estudio se localiza en los alrededores de la planicie costera, entre Zanatepec y Pijijiapan, y abarca la zona de cizalla Tonalá (ZT) de ~3-4 km de espesor y >170 km de extensión, que afecta tanto al MC como a rocas granitoides asociadas al Arco de Chiapas del Mioceno (ACM). En general, ZT está definido por granitoides miloníticos con fábricas de inclinaciones abruptas y lineaciones sub-horizontales. El desarrollo de ZT fue contemporáneo a los granitoides asociados a ACM, los cuales son sin-tectónicos y presentan una edad de cristalización de ca. 10 Ma (Molina-Garza et al., en prep.). Al NW de ZT, entre Zanatepec y Tepanatepec, también afloran rocas metamórficas de edad no determinada (paragneises, rocas meta-volcánicas y meta-sedimentarias). Los datos estructurales sugieren que las rocas metamórficas exhiben un sistema de pliegues recumbentes, con ejes de dirección NNW-SSE, asociado a un evento anterior a la ZT que incluyó una fuerte componente de transcurrancia. Las rocas metamórficas están a su vez afectadas por un cabalgamiento NE-SW de bloque NW hacia arriba que posiblemente se generó después de ZT. En el área de estudio, el MC está compuesto por rocas granitoides granulares de grano grueso y por rocas porfíricas. Las fábricas de ambas rocas son predominantemente magmática, con ocasionales dominios esquistosos a miloníticos. Ambas rocas están esporádicamente afectadas por planos ultramiloníticos que acomodaron una transcurrancia izquierda anterior a ZT en un plano presumiblemente NW. El MC está a su vez cortado por diques félsicos cuyo emplazamiento fue contemporáneo a ACM y a ZT según sus relaciones cortantes y asociaciones estructurales. La orientación de las foliaciones y lineaciones de los granitoides de MC, y las orientaciones de los diques félsicos, esbozan un sistema de pliegues con una orientación promedio de la línea de charnela de 118°/68°. La firma estructural a mesoescala de los afloramientos que representan el contacto entre MC y ZT sugiere la presencia de una componente contractiva de bloque NE hacia arriba. Se interpreta que este plegamiento en MC está asociado al desarrollo de ZT. Finalmente, ZT está a su vez afectada por pseudotaquillas, las cuales están presumiblemente asociadas a una extensión de dirección casi N-S. Se desconoce la relación de estas estructuras con la tectónica regional, pero se propone que pudieron generarse por exhumación.

GET-6

ALGUNAS APORTACIONES AL ESTUDIO DE LA TECTÓNICA SEDIMENTARIA DURANTE EL JURÁSICO INFERIOR A MEDIO EN EL NORESTE DE MÉXICO

Barboza Gudiño José Rafael, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto y Pérez Casillas Irene Guadalupe
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP
rbarboza@uaslp.mx

La interpretación de la evolución tectónica del centro-norte y noreste de México durante el Jurásico, se ha visto influenciada por la presencia de elementos diversos como el arco volcánico del Jurásico Inferior a Medio (arco Nazas) o la presencia de sedimentos siliciclásticos rojos como rellenos de cuencas tipo fosas tectónicas, en parte contemporáneas y en parte posteriores a la actividad volcánica del arco Nazas, guardando siempre una estrecha relación o paralelismo con la traza en buena medida inferida del arco. Por otro lado existe la influencia de la apertura del Golfo de México, desde donde a partir del Jurásico Medio y Superior provino la transgresión marina que invadió gran parte del centro-norte y noreste de México y que posteriormente llegó a conectarse con el llamado mar interior del oeste de Norteamérica ("western interior seaway"). Aunque en su evolución temprana la cuenca del Golfo de México ha sido interpretada como una cuenca de tipo rift, con diferentes variantes de modelos geométricos y evolutivos para el mismo, los sedimentos rojos que en el noreste de México han sido relacionados a la evolución temprana del rift, son los mismos que en nuestro estudio y trabajo de campo han sido relacionados a la evolución del arco Nazas, en una zona de extensión y cuenca

trasarco. Nuestras observaciones en más de 20 localidades ubicadas en los estados de Durango, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, nos han permitido identificar sucesiones de capas rojas con edades máximas del depósito establecidas en base a circones detríticos de 173, 166, 165, 163 y 158 Ma, que muestran en su base interdigitaciones con la sucesión volcánica con edades comprendidas entre 195 Ma y 166 Ma, así como un límite transicional con las calizas y evaporitas del Grupo Zuloaga del Jurásico Superior. Lo anterior nos permite establecer un régimen de extensión trasarco que prevaleció durante el depósito de las sucesiones de capas rojas en el Jurásico Inferior a Medio en todo el noreste de México y descartar la posible relación de estas con una etapa inicial de rift durante la apertura del Golfo, como previamente se ha interpretado.

GET-7

LAS DISCORDANCIAS DEL EOCENO Y OLIGOCENO EN LA CUBIERTA VOLCÁNICA DE LA MESA CENTRAL DE MÉXICO

Nieto-Samaniego Ángel Francisco, Alaniz-Alvarez Susana Alicia,
Ruiz-González Francisco J., Botero-Santa Paola Andrea y Xu Shunshan
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
afns@geociencias.unam.mx

En la Mesa Central hemos estudiado sistemáticamente varias discordancias erosionales y angulares en la cubierta cenozoica. En esta aportación presentamos los avances logrados sobre las discordancias del Eoceno y el Chattiense, determinando los hiatus que ellas representan. Ambas discordancias han sido reconocidas en una amplia zona de la Mesa Central y en parte de la Sierra Madre Occidental. La discordancia del Eoceno es el contacto entre plutones del Paleoceno-Ypresiense y rocas sedimentarias o volcánicas del Eoceno que los soberyacen. En la Mesa Central se ha reportado esta discordancia sobre: el Granito Comanja en León, Gto.; el Peñón Blanco en Zac.; el intrusivo de Tesorera, Zac.; los intrusivos de Sierra de Catorce, S. L. P.; de Francisco I. Madero en Zac.; y de cerros La Cruz y Centinela, en Nazas, Dgo. Sobre el Granito Comanja, en las localidades de León y Duarte, Gto., la discordancia representa un hiatus de 2-3 Ma. La discordancia del Chattiense es más difícil de apreciar en el campo pues se ubica entre dos depósitos piroclásticos, o entre depósitos piroclásticos y riolitas. En las zonas estudiadas la discordancia representa un hiatus que varía entre 3 y 6 millones de años. Lo hemos documentado en Salamanca, Gto., donde la Ignimbrita San Nicolás, de 25 Ma yace sobre la Ignimbrita El Salto de 28 Ma, formando una discordancia erosional; en la Cañada de la Virgen, Gto., la "Ignimbrita media" de 23 Ma yace sobre la "ignimbrita inferior" de 29 Ma, formando una discordancia angular de ca. 15°; en León, Gto., la ignimbrita La Media Luna de 23 Ma yace sobre la ignimbrita Cuatralba de 31 Ma, formando una discordancia angular que llega a alcanzar 65°; y en la región de Santiago Papasquiaro-Nuevo Ideal, Dgo., entre el conjunto piroclástico de 38-32 Ma, que está muy basculado, y los sedimentos y rocas volcánicas de ca. 11 Ma que los soberyacen con nulo o muy bajo basculamiento. Otras localidades con este hiatus volcánico son: en San Luis Potosí, la Riolita San Miguelito o Ignimbrita Cantera de 32-29 Ma yace bajo la Ignimbrita Panalillo de 26 Ma; en la región de Durango entre el Grupo Chupaderos-Río Chico (33-28 Ma) y el grupo El Salto (24 Ma). El significado tectónico de estas discordancias regionales aún es incierto; sin embargo, para la discordancia del Eoceno, proponemos que corresponde a la erosión y colapso de la montaña formada durante la Orogenia Larámide, lo cual produjo la exhumación de los plutones que yacen bajo dicha discordancia. En el caso de la discordancia del Chattiense, coincidiendo con algunos autores, consideramos que representa el paso, de un régimen extensional muy amplio que afectó en todo el centro de México en el Rupeliense, a un régimen de extensional miocénico localizado principalmente en la parte occidental de México, que culminó con la apertura del Golfo de California.

GET-8

ACTUALIZACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DE CAMPOS MESOZOICOS CON INTRUSIONES SALINAS EN LA CUENCA DE COMALCALCO

Macías Moreno Marco Antonio, Jerónimo de la Rosa Rafael, Beltrán Jiménez Víctor Fernando, Márquez López Maleny y Lacruz Vargas Marco Antonio
Petróleos Mexicanos, PEMEX
marcomaciasm@hotmail.com

El presente versa sobre la definición de un modelo geológico estructural con base en la interpretación sísmica, para lograr lo anterior, se utilizan cubos sísmicos en el dominio del tiempo y se compara con cubos migrados en profundidad con anisotropía. Se han identificado los principales esfuerzos regionales y locales que dieron lugar a las estructuras geológicas que actualmente se observa en dicha información sísmica, esto para lograr comprender la genesis de las estructuras existentes y generar un modelo lo más apegado a la realidad. Además, con ayuda de información de pozos perforados y los respectivos registros geofísicos, se han calibrado los cubos sísmicos a través de la elaboración de sismogramas sintéticos, los cuales han dado certeza de que los reflectores interpretados corresponden a las formaciones objetivo, que en este caso, se trata del Cretácico Medio y el Jurásico Superior Kimmeridgiano; también se interpreta la discordancia Eoceno-Paleoceno, la cual representa, en el aspecto de velocidades, un contraste importante de las mismas, a su vez, el registro sísmico de los pozos de control utilizados, arroja datos

de contraste importantes en las edades del Plioceno y Mioceno para la elección de tres horizontes, comúnmente llamados terciarios, que sirven para control de velocidades. La metodología de interpretación se va desarrollando siguiendo un flujo de trabajo que va ligado paso a paso, en algunos casos se pueden realizar procesos del flujo simultáneamente, como por ejemplo, la interpretación de fallas y horizontes, aunque lo recomendable es, primero obtener el modelo de fallas y posteriormente interpretar los horizontes; sin embargo, en este caso, se realiza en paralelo para después afinar la interpretación. Se generaron líneas de control que pasan sobre los pozos de control elegidos y posteriormente se realizaron mallas las cuales inician con un espaciamiento de cada cien líneas y se van cerrando hasta llegar en algunas zonas objetivo a un espaciamiento de cada cinco líneas. La generación de atributos sísmicos se generaron como apoyo para la interpretación de fallas y horizontes, en general, se utilizan atributos para resaltar ya sea discontinuidades o seguir la continuidad según sea el caso. Las fallas se modelan en un visualizador 3D, para evitar irregularidades y apreciar mejor las estructuras; como se mencionó más arriba, se utilizó información sísmica en profundidad, sobre la que se realiza la misma metodología de interpretación que en el dominio del tiempo, por lo tanto se genera sólo un modelo de velocidades para convertir la interpretación en tiempo. Por último obtenemos los mapas estructurales en profundidad, tanto los que tienen como origen la información sísmica en el dominio del tiempo como los que se originan de la migración en profundidad con anisotropía; lo anterior nos permite comparar la forma y tamaño de las estructuras para reducir incertidumbre para nuevas oportunidades de desarrollo.

GET-9

MEGACLASTOS MESOZOICOS EN EL ORIENTE DE SONORA: UNA NUEVA TERMINOLOGÍA E INTERPRETACIÓN TECTÓNICA.

Rodríguez Castañeda José Luis, Roldán-Quintana Jaime y Ortega Rivera Amabel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
jlrdd@unam.mx

Estructuras de deformación compleja asociadas a movimientos verticales y deslizamientos por gravedad, se encuentran bien expuestas en rocas del Cretácico Superior en el oriente de Sonora, México. Estas estructuras bien preservadas nos permitieron hacer la distinción entre estructuras de origen sin-sedimentario y estructuras de origen tectónico. Las rocas de acuerdo a su litología y grado de deformación, se han dividido en unidades como la Formación Tarahumara, formación El Tuli, Grupo Cabullona, Formación Mesa, y recientemente Unidad Cañada de Tarachi y la Unidad El Potrero Grande. Esta secuencia volcánico-sedimentaria del Cretácico Superior tiene más de 10 km de espesor y consiste en una secuencia de toba riolítica, andesita, conglomerado, arenisca, limolita y lutita que fueron depositadas en una cuenca tras arco a la cual se le ha denominado de Arivechi. Dentro de la secuencia del Cretácico Superior se han encontrado monolitos y bloques que se han convertido en uno de los objetivos principales de recientes investigaciones. La edad de los monolitos y bloques incluyen rocas del Proterozoico, Paleozoico y Mesozoico. Los monolitos del Proterozoico están dominados por arenisca de cuarzo y dolomía. Los monolitos del Paleozoico y Mesozoico consisten de caliza y lutita interestratificadas, conglomerado y roca ígnea. Los monolitos sedimentarios muestran una transición gradacional desde capas coherentes en sus porciones superior y media, a una intensa deformación en sus bordes y bases. Las estructuras dentro de los megaclastos y bloques así como las rocas que los rodean, se estudiaron a detalle, para reconstruir el origen, y desarrollo estructural de los monolitos, bloques y rocas encajonantes. La nueva información estratigráfica y estructural nos permite inferir que la posible fuente de los monolitos y bloques fue una tierra positiva localizada hacia el oriente de Arivechi en el oeste de Chihuahua, y oriente de Sonora México, denominada como la Plataforma de Aldama. Las estructuras identificadas consisten en pliegues y fallas normales. La vergencia de los pliegues sugiere que el depocentro estaba localizado hacia el oeste del área de estudio. Megaclasto es un término que se utiliza en la clasificación de tamaño de grano después de la modificación a la escala sedimentaria de Udden-Wentworth ideada por Blair y McPherson (1999), quienes propusieron una nueva fracción de tamaño de sedimentos para aquellos clastos mayores a 4.1m. Se proponen cuatro nuevos tamaños para esta fracción o fracción megaclasto: bloque (dl 4.1-65.5 m), losa (dl 65.5-1049 m), monolito (dl 1-33.6 km), y megalitos (dl 33.6 a 1075 km). Por otro lado, el origen megaclastos se asocia a deslizamiento por gravedad, y también se han relacionado con movimientos verticales, según lo descrito por varios autores que utilizan una terminología diferente como olistolitos y olistostromas.

GET-10

ESTRATIGRAFÍA Y DEFORMACIÓN CENOZOICA EN LA ZONA DEL SILENCIO, DURANGO, MÉXICO

Alemán Gallardo José Silverio
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
silverio_atx@hotmail.com

Uno de los mayores problemas a resolver es el entendimiento del desarrollo de las cuencas continentales del Cenozoico en el norte de México, una región con una historia compleja y pobremente entendida por la escasez de afloramientos clave, debido a la existencia de continuos cambios tectónicos relacionados con las variaciones en la inclinación de la placa Farallón durante su historia de subducción

en el SW de Norteamérica y la colisión misma de la dorsal del Pacífico, que inició hace 30 Ma, y que hasta hoy ha provocado extensión continental amplia en el SW de USA y NW de México y la propia actividad de la Provincia Extensional del Golfo de California, manifestada a través del sistema de dorsales del Golfo de Cortés y el propio sistema de fallas de San Andrés. Las orogenias Sevier (130-50 Ma)-Laramide (80-40 Ma) en el SW de Norteamérica y NW de México, condicionaron la creación de montañas y cuencas, desde Piggy-Back hasta Foreland, que captaron sedimentos sin y pos-orogénicos; sin embargo, estos eventos de acortamiento regional fueron acompañados de abundantes emplazamiento magmáticos sin y pos-tectónicos que, en algunas regiones, alteraron sustancialmente el relieve y modificaron las cuencas continentales. Posteriormente, las cuencas fueron dramáticamente modificadas en el área de afectación de la provincia extensional del Basin and Ranges, lo cual contribuyó a erosión parte de las cuencas ya creadas y a sepultar aún más algunas otras. El entendimiento de la evolución de los sedimentos depositados en estas cuencas permitirá fechar el inicio de eventos de deformación y la terminación de los mismos.

GET-11

SSLIPO: SOFTWARE PARA DETERMINAR LA DIRECCIÓN DE MOVIMIENTO DE UNA FALLA BAJO UN ESTADO DE ESFUERZOS DETERMINADO

Álvarez del Castillo Alejandra¹, Alaniz-Alvarez Susana Alicia¹, Nieto-Samaniego Ángel Francisco¹, Xu Shunshan¹, Ochoa Gilbeto², Velasquillo Luis³ y Botero-Santa Paola Andrea⁴

¹Centro de Geociencias, UNAM

²ITESO

³IMP

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
aladcm@yahoo.com.mx

Los métodos de inversión de estrías para calcular el estado de esfuerzos que generó un grupo de fallas son numerosos; sin embargo, los métodos directos para calcular el movimiento de un plano bajo un estado de esfuerzos son muy pocos. Los métodos directos son usados para análisis de riesgos: conociendo el estado de esfuerzos actual, se puede saber hacia dónde se moverán los planos preexistentes. SSLIPO es un programa de cómputo que sirve para calcular la dirección de deslizamiento de una falla a partir de un campo de esfuerzos determinado por el usuario, cuyos ejes pueden coincidir o no con los ejes cardinales. El programa se basa en las siguientes asunciones: 1) el movimiento de la falla es paralelo al esfuerzo de cizalla resuelto sobre el plano, 2) las fallas son planas y las estrías son rectas, 3) no hay desplazamiento perpendicular al plano de falla y 4) los ejes cardinales son: el eje de las x corresponde al Este-Oeste, siendo el primero positivo, el eje de las y corresponde al Norte-Sur, siendo el primero positivo, y el eje de las z corresponde a la vertical, siendo hacia arriba positivo. Los datos de entrada son las magnitudes de los esfuerzos principales, los ángulos entre los ejes de esfuerzos principales y cardinales, y el rumbo y echado del plano de falla. El programa ofrece en pantalla, como datos de salida: la matriz de esfuerzos, los cosenos directores de la normal al plano, las magnitudes de los esfuerzos de cizalla y normal resueltos sobre el plano, así como el azimut y la inclinación de la dirección de movimiento. La orientación del esfuerzo de cizalla resultante sobre el plano solo considera la razón de esfuerzos, sin embargo las magnitudes de los vectores tracción (T), esfuerzo normal y de cizalla calculadas sí dependen de las magnitudes de los esfuerzos principales. En la sección de "Solución para Múltiples Planos", ofrece como salida un archivo Excel que contiene: a) la dirección del echado (Dip direction), b) ángulo de inclinación (Dip), c y d) dirección e inclinación del vector de movimiento (trend y plunge), e y f) magnitud de los esfuerzos de cizalla y normal para cada plano, g) un índice de potencial de deslizamiento y h) índice de potencial de migración de fluidos; para 288 planos separados 10° uno de otro. Con estos datos es posible graficar un estereograma con flechas, donde cada una indica la orientación del polo del plano y la orientación del movimiento. El estereograma obtenido es un diagrama de compatibilidad cinemática para un campo de esfuerzos analizado. Este programa tiene utilidad para 1) el análisis de movimiento de fallas en regiones que han sufrido múltiples eventos de deformación, 2) el potencial de deslizamiento de una falla, 3) análisis de riesgo (mencionado anteriormente), 4) docencia en Geología Estructural, 5) análisis de migración de fluidos.

GET-12

SEPARACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE PLANOS ESTRUCTURALES TRUNCADOS POR PLANOS DE FALLA COMO FUNCIÓN DEL ÁNGULO DE PITCH DEL VECTOR DE DESPLAZAMIENTO.

Nieto Obregón Jorge, Méndez Orduña David y Espinoza Sánchez Fatima Fernanda
Facultad de Ingeniería, UNAM
nieto@unam.mx

El deslizamiento o salto total en una falla, se calculó en términos de la separación aparente observada en proyecciones horizontales (mapas) y secciones verticales perpendiculares al rumbo de la falla. Asumiendo que la separación en el mapa (H) o en el perfil (E), es mayor que cero, y que se conoce el rumbo y echado del plano de falla y del plano desplazado y la orientación del vector de desplazamiento (pitch, o dirección y buzamiento), se dedujo un algoritmo para la obtención del salto total.

Estos parámetros se proyectaron una proyección estereográfica y en el perfil de la falla. Las soluciones se validaron en maquetas y modelos virtuales, para todas las combinaciones posibles de las variables involucradas. Las gráficas de la magnitud del salto (D) Vs el ángulo de pitch de la estría (Kapa), muestran que la función es discontinua y regionalizada en tres áreas del perfil del pliegue, limitadas por ángulos de pitch entre 0 y -90, -90 y -Gama, y 0 y +Gama. En estas gráficas se observa que cuando Kapa tiende a Gama (pitch de la traza del plano truncado en el plano de falla), el valor del deslizamiento tiende a infinito, porque la función se vuelve asíntotica al valor de gama. La función nunca alcanza ese valor porque ello implicaría que Gama sea igual a Kapa, lo que invalidaría el supuesto inicial de que H o E son mayores que 0. Si H o E son 0, entonces la separación aparente sería nula, y la función no es válida para esos casos. Por último el valor de Kapa no puede ser mayor que Gama, porque eso ubicaría al vector de deslizamiento en la zona prohibida que implicaría una separación aparente diferente a la observada en el mapa o en la sección vertical perpendicular al rumbo de la falla. Se encontraron 8 posibles escenarios para diferentes combinaciones de la separación aparente en plantas y perfiles, y orientaciones del echado del plano de falla y del plano truncado. Los resultados demuestran que la magnitud del vector de deslizamiento, se puede valorar solo si se conoce la orientación de la estría, o si es posible estimarla de manera independiente.

GET-13

GEOLOGIC AND STRUCTURAL CONTROLS ON RUPTURE ZONE FABRIC: A FIELD-BASED STUDY OF THE 2010 MW 7.2 EL MAYOR-CUCAPAH EARTHQUAKE SURFACE RUPTURE

Teran Orlando¹, Fletcher John¹, Oskin Michael², Rockwell Thomas³, Hudnut Kenneth⁴, Spelz Ronald⁴, Akciz Sinan⁵, Hernández Ana Paula¹ y Morelan Alexander²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²University of California Davis

³San Diego State University, SDSU

⁴USGS

⁵Universidad Autónoma de Baja California, UABC

⁶University of California Los Angeles
oteran@cicese.edu.mx

We systematically mapped (scales >1:500) the surface rupture of the 4 April 2010 Mw 7.2 El Mayor-Cucapah earthquake through Sierra Cucapah to understand how faults with similar structural and lithologic characteristics control rupture zone fabric, which is here defined by the thickness, distribution and internal configuration of shearing in a rupture zone. Fault zone architecture and master fault dip showed the strongest controls on rupture zone fabric. Highly localized slip was observed along simple narrow fault cores (<20 m), whereas wide cores (>50 m) composed of multiple zones of high shear strain had wider and more complex rupture zones that generally lacked principal-displacement scarps. Rupture zone thickness also increases systematically with decreasing fault zone dip. We observed that coseismic slip along faults that dip >40° was mostly confined to the fault core, whereas faults that dip as low as 20° had surface rupture entirely developed entirely outside of the fault zone. The lack of large off-fault strain along faults dipping >40° is contrary to predictions by dynamic stress modeling (e.g., Ma, 2009). We show that static tectonic loading, which varies significantly with fault orientation, has a significant effect not only on rupture zone fabric but also on the evolution of fault zone architecture in this transtensional setting. Rupture zones in undeformed alluvium are dominated by secondary fractures associated with fault-tip propagation, and arrays of fault scarps become wider and more complex with oblique slip compared to pure normal dip-slip or pure strike-slip. Field relations show that as magnitude of coseismic slip increases from 0 to 60 cm, the linkages between kinematically distinct fracture sets increases systematically to the point of forming a through going principal scarp, which is contrary to many analogue models (e.g., Tchalenco, 1970; Naylor et al., 1995). Our data indicate that secondary faults and penetrative off-fault strain continue to accommodate the oblique kinematics of coseismic slip after the formation of a through going principal scarp.

GET-14

SISMICIDAD Y FALLAMIENTO ACTIVO EN CHIAPAS, MÉXICO. IMPLICACIONES PARA EL LÍMITE DE PLACAS NORTE AMÉRICA-CARIBE.

Guzmán Speziale Marco
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
marco@geociencias.unam.mx

En Chiapas se reconocen varias provincias tectónicas: la provincia de Fallas Inversas, la de Fallas Transcurrentes y la Depresión Central. En cada una de ellas existen una serie de fallas sísmicamente activas. Adicionalmente, la falla Tonalá, que no pertenece a ninguna de las provincias, también parece estar activa. En este trabajo se presenta la sismicidad de cada una de estas provincias, tanto reciente como histórica. Se analizan también las implicaciones del fallamiento para la tectónica regional, dominada por la triple unión de placas Cocos-Norte América-Caribe. La provincia de fallas inversas, al noreste de Chiapas, presenta una forma arqueada, cóncava hacia el SW. Para esta provincia no se tienen datos de sismicidad histórica, debido a su escasa población. Por otro lado, esta región

presenta sismos de hasta M=5.5, con planos de fallamiento inverso paralelos a las estructuras existentes. La provincia de fallas transcurrentes está localizada en el centro-norte del estado. Seis grandes fallas de movimiento lateral izquierdo se orientan en dirección E-W a NW-SE. Prácticamente todas son sísmicamente activas, con actividad documentada tanto recientemente como históricamente. Al este y sur de ésta provincia se encuentra la Depresión Central de Chiapas, un gran bajo topográfico de orientación NW-SE, a lo largo del cual corre el río Grijalva. En esta provincia se encuentran seis grandes fallas de unos 150 km de longitud cada una y con desplazamiento lateral izquierdo. Estas fallas han experimentado poca actividad sísmica en el tiempo reciente, pero se tiene documentado al menos un gran sismo histórico en esta provincia, ocurrido el 23 de septiembre de 1902, con una magnitud de 7.5 a 7.8. Un sismo de esta magnitud implica una falla de 200 a 250 km de longitud, lo que implicaría que el evento haya segmentos de falla. Mas recientemente, se tienen documentados eventos someros de fallamiento lateral izquierdo en 1967 y 1975. Fallamiento y sísmicidad en esta provincia son de especial importancia, pues en ella están localizadas las presas Nezahualcōyōtl (Malpasos) y Angostura (Belisario Domínguez), las cuáles son atrevesadas por dos de las grandes fallas. La falla Tonalá no forma parte de ninguna de las provincias tectónicas. Es paralela a las fallas de la Depresión Central y es la más meridional de todas las fallas. Anteriormente se pensaba que no era activa, pero hay datos de sismicidad de pequeña a mediana magnitud, con fallamiento lateral izquierdo. Adicionalmente, es posible que un evento ocurrido en 1912 (M=7) haya tenido lugar en esta falla. Las tres provincias tectónicas, junto con la falla Tonalá, forman la zona de deformación del límite de placas Norte América-Caribe. Las fallas de desplazamiento sinistral marcan la continuación de las grandes fallas Motagua-Polochic de Guatemala, mientras que la provincia de fallas inversas marca una discontinuidad entre ambas.

GET-15

ESTRUCTURA DE LA CUENCA PESCADERO, GOLFO DE CALIFORNIA, UTILIZANDO SÍSMICA DE REFLEXIÓN MULTICANAL

Borrell Shuman Mirelys¹, González Fernández Antonio¹ y Lonsdale Peter²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, División de Ciencias de la Tierra

²Scripps Institution of Oceanography
borrell@cicese.edu.mx

El Golfo de California es un rift continental activo con apertura oblicua y desplazamiento lateral derecho, en el cual se encuentra el límite de placas Pacífico-Norteamericana. Este tipo de límite es más complejo que los rifts de placas puramente divergentes. Según algunos autores a la apertura oblicua le precedió una ortogonal. Debido también al especial interés de la cuenca Pescadero, la cual se encuentra entre la cuenca Alarcón, de corteza oceánica normal, y la cuenca Farallón, la cual está compuesta por una mezcla de sedimentos y cuerpos intrusivos, surgió la necesidad de realizar una investigación más detallada de la misma donde se aportó nueva información acerca del espesor y geometría de las secuencias sedimentarias, evidencia de vulcanismo en la evolución de la cuenca y localización de la transición corteza continental a corteza oceánica. Los datos de sísmica de reflexión multicanal que se utilizaron para este trabajo fueron registrados con el Buque Oceanográfico Francisco de Ulloa, propiedad del CICESE, en colaboración con Scripps Institution of Oceanography de San Diego (Estados Unidos) en Septiembre del 2006. Se procesaron e interpretaron las líneas sísmicas, existiendo dos líneas principales que abarcan el área de estudio, una de ellas cruza de NW a SE la cuenca Pescadero Superior y la otra cruza en la misma dirección la cuenca Pescadero Inferior. Otras líneas más cortas perpendiculares a las líneas principales sirvieron de control y también fueron procesadas e interpretadas. La interpretación permitió identificar las principales fallas y secuencias sedimentarias, medir su espesor y determinar el límite entre la corteza continental y la corteza oceánica, utilizando las características sísmicas del basamento acústico.

GET-16

ESTUDIO DE ESTABILIDAD EN LOS TALUDES DE LA 3ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Vidal García Martín Carlos y Cárdenas-Soto Martín
Facultad de Ingeniería, UNAM
mvidal@unam.mx

La Facultad de Ingeniería de la UNAM participa en un Proyecto de Fondo Mixto (CONACYT y el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal) en el Bosque de Chapultepec. En el cual se realizaron actividades de carácter geológico y geotécnico para evaluar la condición de la estabilidad que presentan los Taludes en la 3ª Sección. Los Taludes están excavados en una secuencia volcánica perteneciente a la formación Tarango; constituidas por tobos líticas, tobos vítreas, ceniza de caída libre y pómez, se midieron columnas litoestratigráficas a detalle y se realizó un muestreo en tres Taludes denominados: Escuela, Alto y Caídos; en los cuales se determinó que el Rock Mass Rating (RMR) varía de 45 a 41 presentando calidad media (Bieniawski, 1989). Con los resultados de muestras inalteradas se obtuvieron los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y peso específico; los cuales fueron utilizados considerando dos criterios: la formación de bloques específicos con la teoría del equilibrio límite y el análisis de estabilidad

utilizando el software SLIDE. Los resultados obtenidos en el primer criterio indican que el Factor de Seguridad es bajo, algunos inclusive por debajo de uno; sin embargo los taludes son estables debido a que las fracturas encontradas no tienen continuidad de la base hasta la cima del talud. En el Talud Escuela el modelado arroja valores aceptables en el Factor de Seguridad de 1.7 a 4.2; sin embargo al saturar este Talud baja su Factor de Seguridad a tan solo 0.5, determinando que su base estaría potencialmente inestable.

GET-17 CARTEL

EL ESTILO DE DEFORMACIÓN DE LA ISLA MARÍA MADRE: RESULTADOS PRELIMINARES

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús¹, Núñez Cornú Francisco Javier², Córdoba Barba Diego³, Ruiz Martínez Vicente Carlos³ y Escudero Ayala Christian René²

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ

²Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

³Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España
tescalona@hotmail.com

Como parte del proyecto TSUJAL (Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco) se realizó el análisis del estilo de deformación de la isla María Madre que es la isla mayor del archipiélago de las islas Marías. La secuencia estratigráfica de la isla María Madre está formada por rocas ígneas y metamórficas del Jurásico Medio al Paleoceno; mientras que del Mioceno Medio al Reciente las rocas son sedimentarias marinas. Las unidades litológicas han sido afectadas por al menos tres eventos principales de deformación que son: la orogenia Laramide y la apertura del golfo de California. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis del estilo de deformación de la secuencia estratigráfica de la isla María Madre. Las unidades litológicas están cortadas por fallas normales, inversas y escasas de desplazamiento lateral; además, las rocas más antiguas y las más jóvenes están plegadas, aunque estas estructuras se desarrollaron en diferentes eventos. El basamento aflora en la costa Occidental y está formado principalmente por granitoides del Cretácico y escasas rocas metamórficas del Jurásico. En los granitoides la orientación de las fallas normales varía de NE-SW a SE-NW y el azimut promedio de los ejes de extensión (?) es de 165°; mientras que la orientación preferente de las fallas inversas es hacia el NW-SE, aunque tienen más dispersión que las normales y su eje de acortamiento promedio (?) está hacia 312°. En las rocas metamórficas las fallas normales están orientadas hacia el NE-SW y su eje de extensión promedio está orientado hacia 302°; en cambio, las fallas inversas están orientadas aproximadamente N-S con ?1 en 351°. En las rocas volcánicas del Cretácico Tardío-Paleoceno las estructuras son escasas debido a la abundante cobertura vegetal, por lo que se tienen pocos datos y son de fallas inversas con ?1 orientado hacia 287°. En la secuencia del Mioceno (formación Ojo de Buey), en la costa Norte de la isla María Madre, las fallas normales están orientadas de forma preferente hacia el N-NE y el eje de extensión promedio tiene un azimut de 125°. Las fallas inversas son escasas y su eje de acortamiento tiene un azimut de 284°. En la parte inferior de la formación Ojo de Buey los estratos están plegados y fallados, en esta secuencia la orientación preferente de los polos de los planos de estratificación tiene una tendencia de NW a SE lo que indica que los ejes de los pliegues están orientados hacia el NE y SW. En cambio, en la parte superior de la formación Ojo de Buey los estratos tienen un basculamiento menor a 30° hacia el NE. La orientación de los ejes de extensión de la secuencia estratigráfica de la isla María Madre aparentemente muestran una ligera rotación en sentido de las manecillas del reloj respecto a la de la península de Baja California.

GET-18 CARTEL

RASGOS GEOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA DEL SILENCIO, NORESTE DE MÉXICO A TRAVÉS DE MÉTODOS GEOFÍSICOS POTENCIALES.

Peredo Mancilla Claudia Rigel¹, Yutsis Vsevolod¹ y Aranda Gómez Jorge Jorge²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
claudia.peredo@ipicyt.edu.mx

La región conocida como Zona del Silencio se ubica en la frontera entre los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila, en la parte oeste del bloque o plataforma Coahuila. Esta zona, al igual que el resto del noreste de México presenta una evolución geológica compleja ya que ha sido afectada por numerosos eventos tectónicos a través del tiempo geológico. Uno de los eventos tectónicos más importantes se remonta al Paleozoico durante la colisión de Laurentia y Gondwana en el Pérmico Temprano y la posterior acreción de terrenos peri-Gondwánicos, dentro de los cuales se ubica el terreno Coahuila, a Pangea. Posteriormente el rifting que ocasionó el rompimiento de Pangea durante el Triásico Superior-Jurásico Tardío y la subsecuente apertura del Golfo de México dominaron en la evolución paleogeográfica y los patrones de sedimentación del noreste de México durante el Mesozoico. La resultante distribución de bloques levantados del basamento y las respectivas fallas que delimitan a los mismos influyó también en el estilo de la deformación ocurrida durante la Orogenia Laramide iniciada durante el Cretácico Tardío, donde se vio involucrado el despegue de la cubierta sedimentaria posiblemente aunado a movimientos verticales del basamento debido a la reactivación de fallas en el mismo. El área de estudio se caracteriza por la

presencia de anticlinales suaves aislados conformados por rocas carbonatadas cuyo rumbo preferencial es NW-SE cubiertos en gran parte por derrames volcánicos del Terciario-Cuaternario. La orientación de los anticlinales coincide con la alineación de valores máximos de anomalías gravimétricas cuya respuesta parece estar dada por un levantamiento del basamento en las zonas deformadas. Por otro lado las anomalías magnéticas presentan más bien orientaciones preferenciales W-E que parecen correlacionarse con cuerpos intrusivos que aunque también afloran en el área en su mayoría no están expuestos, no obstante parecen estar relacionados con un arreglo de fallas del basamento cuyas orientaciones coinciden con los patrones de deformación en la zona. A través del análisis de datos gravimétricos y magnetométricos se pretende caracterizar la estructura general del basamento y su relación con la cubierta sedimentaria, así como determinar la presencia de posibles cuerpos intrusivos buscando esclarecer de manera más precisa la posible influencia de fallas del basamento durante los eventos tectónicos que han afectado esta región. Para lograr este objetivo se procesaron datos gravimétricos y aeromagnéticos junto con un modelo digital de elevación obtenido a partir de INEGI. Posteriormente mediante los programas Geosoft y WingLink se procesaron los datos buscando realzar las anomalías geofísicas de modo que los mapas obtenidos pudieran ser más útiles en la interpretación geológica, así mismo utilizando la información geológica preexistente y a través de modelamiento directo con la herramienta GM-SYS se construyeron diversas secciones geológico-geofísicas en 2D para finalmente obtener un mapa de topografía del basamento del área de estudio.

GET-19 CARTEL

LA-ICP-MS APATITE FISSION TRACK THERMOCHRONOLOGY OF MESOZOIC SANDSTONES AND ITS TECTONIC SIGNIFICANCE IN THE SIERRA MADRE DE CHIAPAS, SE MEXICO

Abdullin Fanis¹, Solé-Viñas Jesús², Shchepetilnikova

Valentina³, Solari Luigi³ y Ortega Obregon Carlos³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

fanisius@yandex.ru

The Sierra Madre de Chiapas (SMC) is part of the Maya block and tectonically represents a complex region controlled by the interaction of the North American, Caribbean and Cocos plates. The SMC can be divided, from West to East, on five principal structural units showing different lithologies and topographic or tectonic architectures: (1) the Chiapas Massif Complex (CMC, basement of the SMC) formed from an active continental margin during the Permian-Triassic times; (2) the Sierra monocline; (3) the Chicomuselo anticlinorium represented by folded Paleozoic metasedimentary rocks; (4) the Strike-slip Faults province (SSFP) constructed mainly by anticlines and left-lateral, strike-slip faults; and (5) the Reverse-faults province that is formed by series of long, narrow anticlines. Most of the previous geochronological studies have been concentrated on the interpretation of the igneous crystallization and metamorphic ages of rocks from the CMC (Damon et al., 1981; Torres et al., 1999; Schaaf et al., 2002; Weber et al., 2007, 2008). The first low-temperature thermochronometry data, such as apatite fission track (AFT) analysis and apatite He dating, were reported by Ratschbacher et al. (2009) and Witt et al. (2012), indicating that the tectonic events occurred after ~35 Ma (including the Chiapanecan Orogeny, ~20–5 Ma) that were related to the movement of the Chortis block, and to the landward migration of the Caribbean-North American plate boundaries from the Tonalá shear zone to the central part of the SMC. However, the stratigraphy of the SMC shows traces of the existence of earlier tectonic event that took place during the Late Cretaceous. In the order to recognize this event, sandstones from the Middle Jurassic Todos Santos Formation (TSF) and from the sandy member (Berriasian-Aptian) of the San Ricardo Formation (SRF) were analyzed by LA-ICP-MS AFT technique. Apatites of the SRF were not reset for AFT chronometry during the burial diagenesis and grain ages have two peaks of ~115 and ~150 Ma, which are correlated with the depositional age of the sandy member of the SRF, and also show two major peaks of ~200 Ma and ~250 Ma indicating the cooling of the source area (CMC). AFT grains ages of the TSF vary from ~40 to ~250 Ma (i.e., partially annealed samples). Two cooling models were constructed for the TSF using HeFTy (Ketchum, 2005) and taking into account kinetic parameters of grains and measured confined tracks (i.e., using the population of F-apatites). These models show two rapid cooling periods of: (1) 85–60 Ma, probably caused by the interaction of the Caribbean and North American plates (Pindell and Kennan, 2009); and (2) 15–10 Ma related to the Chiapanecan Orogeny. This study was supported by the PAPIIT UNAM project No. IN111414 (Dr. Jesús Solé).

GET-20 CARTEL

CENOZOIC BASIN AND RANGE EXHUMATION OF SIERRA LA MADERA, SONORA: APPLIED THERMOCHRONOLOGY USING APATITE FISSION-TRACK AND (U-TH)/HE

Lugo Zazueta Raul Ernesto¹, Calmus Thierry¹, Gleadow Andrew² y Kohn Barry²¹Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, UNAM²University of Melbourne
relugoz@gmail.com

The Sierra La Madera is located in east-central Sonora within the Basin and Range province, and is adjacent to the Sierra Madre Occidental volcanic province. This range consists of granodioritic rocks and other minor gabbroic intrusions, which constitute the footwall of a major normal fault (La Madera fault) that controls the exhumation of the range. Seven samples were collected along a section ranging from 882 m to 1887 m in elevation along a ~10 km long transect which is parallel to the slip direction of the La Madera fault on the western flank of the range. Samples were analyzed using the apatite fission-track (AFT) dating; three of these corresponding to the highest, middle and lowest elevations of the profile were also analyzed for (U-Th)/He thermochronology technique in apatites and zircons. The sensitivity temperatures for these thermochronology techniques cover a range from ~210° to ~40°C. The Sierra La Madera time-temperature history shows a nearly linear relationship between elevation and AFT ages, with ages decreasing with lower elevations. The plot of AFT against mean track lengths (MTL) for the older AFT age shows the longer track length, and a decrease in MTL with younger ages until about 20 Ma. For the younger AFT ages the plot also shows a similar MTL, suggesting that these samples had a similar maximum paleotemperature when rapid cooling began. Thermal history modeling was carried out using the software HeFTy on the three samples that were dated by the three techniques. Modeling of the highest elevation sample suggests rapid cooling between 26 and 23 Ma from temperatures of ~180°C to ~90°C, followed by relatively slower cooling until ~18 Ma from ~90°C to ~60°C. For the sample located at an elevation of 1378 m, modeling suggests rapid cooling between 22 Ma to 18 Ma from temperatures of ~180°C to ~110°C, followed by slower cooling until ~15 Ma from ~110°C to ~90°C. For the lowest sample located very close to the normal fault trace, modeling suggests that it experienced rapid cooling between 16 Ma and 12 Ma from ~180°C to ~100°C, followed by slightly slower cooling between 12 Ma and 8 Ma. Additional AFT data for 4 samples from the southeast area of Sierra La Madera, range from 26 to 18 Ma, are in agreement with this exhumation timing, at least for the older AFT ages of this section. In conclusion, the cooling history of the Sierra La Madera indicates an early stage of rapid exhumation from 26 to 13 Ma, followed by a slower exhumation that continued until ~10 Ma.

GET-21 CARTEL

ELABORACIÓN DEL MAPA TECTÓNO-MAGMÁTICO DIGITAL DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL PARA EL PROYECTO SISTEMAS TECTÓNICOS DE MÉXICO

Silva Fragoso Argelia¹, García Arreola Agesandro¹ y Ferrari Luca²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM
star_argelia@hotmail.com

La Sierra Madre Occidental (SMO) es el resultado de una serie de episodios magmáticos y tectónicos Cretácico Superior – Cenozoico asociados a la subducción de la placa Farallón así como al largo proceso de rifting que culminó con la apertura del Golfo de California. La SMO está compuesta por cinco grandes complejos ígneos. El primero lo conforman rocas batolíticas del Cretácico Superior al Paleoceno; el segundo está representado por andesitas, riolitas e ignimbritas del Eoceno; el tercero corresponde a ignimbritas riolíticas emplazadas durante el Oligoceno y el Mioceno Temprano intercaladas y cubiertas por un menor volumen de lavas basáltico-andesíticas; el cuarto está constituido por lavas basálticas e ignimbritas con un marcado carácter alcalino emplazados entre el Mioceno Tardío y el Pleistoceno; el quinto por depósitos sedimentarios continentales que rellenan a cuencas extensionales. La complejidad geológica que esta gran provincia ígnea y la presencia de yacimientos minerales de clase mundial despertó el interés geocientífico desde hace tiempo, generando una cantidad considerable trabajos de cartografía geológica y datos geocronológicos y geoquímicos. A través de la compilación de esta información, hemos trabajado en la reinterpretación de la Geología de la Sierra Madre Occidental desde un enfoque tectónico-magmático en el marco del proyecto "Sistema Tectónicos de México", teniendo por objetivo que la integración de la información obtenida permita la elaboración de una cartografía tectónico-regional, precisa y actualizada. El trabajo se ha desarrollado en el marco de un proyecto de servicio social y ha consistido de diferentes etapas: 1) Recopilación de artículos con información geocronológica, geoquímica y cartográfica (particularmente los mapas escala 1:250,000 y 1:50,000 del Servicio Geológico Mexicano y otros disponibles en la literatura); 2) Importación de los datos y los mapas en Google Earth Pro; los mapas se visualizan con un 50% de transparencia para poder ver la imagen de terreno subyacente; 3) Digitalización de estructuras y las unidades geológicas de acuerdo a una nueva clasificación tectono-magmática de síntesis; en esta etapa se ajustan las líneas (fallas) y polígonos (unidades geológicas) con los rasgos morfológicos y tonos de colores observados en las imágenes de Google Earth; 4) Exportación de la información obtenida a ArcGIS para

su edición final. El resultado de este trabajo permite visualizar de manera integral la evolución magmática y tectónica espacio-temporal de la SMO.

GET-22 CARTEL

MODELO GRAVIMÉTRICO DE LA SECCIÓN NORTE DEL GRABEN DE COLIMA, RESULTADOS PRELIMINARES.

Rosas Palafox Alejandro¹, Yutis Vsevolod¹ y Álvarez Román²¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
alejandro.rosas@ipicyt.edu.mx

El Graben de Colima es uno de los tres sistemas de graben que se interceptan 50 km al SW de la Cd. de Guadalajara, en la zona llamada "triple unión", la cual recubre la prolongación de las placas de Rivera y Cocos. Se divide en tres secciones: Sur, Central y Norte (Allan, 1986), siendo la sección Norte la de interés en este estudio. La sección Norte del Graben de Colima tiene una extensión de 70 km de longitud y 20 km de ancho. Consiste de una cuenca flanqueada por fallas normales escarpadas con orientación N-S predominantemente. A la fecha, poco se sabe sobre su estructura interna, se han realizado estudios en sitios vecinos, sin embargo, solo hay un estudio geofísico publicado de la zona, realizado por Allan (1985), hace casi 30 años, cuyas aportaciones fueron la estimación del espesor del sedimento y la delimitación del fallamiento interno a partir de un modelo gravimétrico. En el presente trabajo se muestran resultados preliminares que actualizan la interpretación de la estructura interna del graben mediante un nuevo modelo gravimétrico, ampliando e incluyendo la zona estudiada por Allan (1985). La correlación de la información obtenida permitió la generación de modelos geofísico-estructurales que contribuyen al conocimiento estructural del graben, así como de sus implicaciones en la separación del Bloque de Jalisco de la placa de Norteamérica.

GET-23 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ESPESOR DE CORTEZA EN OAXACA, PUEBLA Y VERACRUZ

Valencia Cabrera Diana¹ y Pérez-Campos Xyoli²¹Universidad Autónoma de Guerrero, UAGro²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
dianavalencia2792@hotmail.com

El estudio se enfoca en entender cómo se origina el adelgazamiento de la corteza desde la Faja Volcánica Trans Mexicana (FVTM), por un lado hacia el Golfo de México y por el otro hacia el Pacífico, así como la influencia de la corteza en la composición de las magmas y el tipo de vulcanismo en la zona. Esto se realiza mediante la descripción de la topografía de la discontinuidad de Mohorovicic. La técnica implementada para ello es la de funciones de receptor, utilizando la onda telesísmica P. El espesor de la corteza continental, en la región que comprende Oaxaca, Puebla y Veracruz, varía de acuerdo con la geomorfología de la zona. Los datos de estaciones cercanas a la Sierra Madre del Sur (SMS) y la FVTM muestran un espesor de corteza mayor (~ 40 - 55 km), en contraste con los datos cercanos a la costa del Pacífico (20 - 25 km), y el golfo de México (~ 20 km).

GET-24 CARTEL

REVISIÓN DE LA EXTENSIÓN MARINA DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS DE CARIBE Y NORTE AMÉRICA EN EL MARGEN OCCIDENTAL DE MÉXICO

Aguilar Anaya Diego Armando¹ y Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.²¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM
diego@geofisica.unam.mx

El límite de placas entre Caribe (CA) y Norte América (NA) ha presentado grandes dificultades para su ubicación desde hace algún tiempo, además de que este límite está ligado a un punto triple, entre CA, NA y Cocos (CO), lo que convierte a la zona del Sur-Occidente de México y Centro-América, en un complejo tectónico. Se ha propuesto desde hace algunos años, la hipótesis de una extensión marina del sistema de fallas Polochic-Motagua, relacionada en continuidad a la zona de fractura de Tehuantepec por varios autores, quienes proponen una zona de extensión y cizalla, otros proponen un modelo de cierre y una continuación de la falla Polochic hacia el NW juntándose con la falla Tonalá. Hasta la fecha no se han realizado muchos estudios marinos que comprueben la extensión de este sistema de fallas en dicha dirección. Por lo que el presente proyecto se hace una revisión de los aspectos tectónicos de la zona, en particular de los mecanismos focales, para relacionarlos con rasgos geológico-estructurales. Se presenta un pre-procesamiento y análisis de datos sismológicos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) con el fin de obtener los mecanismos focales mediante el software SEISAN, a través del análisis de las formas de los primeros arribos en la componente vertical de los sismogramas de algunos sismos importantes con magnitudes, Mw > 5, y revisando otros catálogos del Global Centroid Moment Tensor (Global CMT) para obtener los valores de los ejes principales de presión (P) y tensión (T). Estos datos se relacionan con la tectónica y

la morfología marina y permiten armar la posible extensión de este límite como se ha propuesto recientemente. También se revisa con un análisis la estabilidad tectónica del punto triple para inferir el más probable escenario para la extensión marina del límite.

GET-25 CARTEL

MOVIMIENTO ABSOLUTO DE LA PLACA DE RIVERA CON BASE A DATOS MAGNETICOS Y BATIMETRICOS MULTHAZ SOBRE MONTES SUBMARINOS

Pérez González Elizabeth Andromeda¹, Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.² y Bandy William³

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

andromeda@geofisica.unam.mx

La placa de Rivera (RIV), localizada al oeste de Jalisco, México, converge hacia la placa NAM a lo largo de la zona de subducción de Jalisco (ZSJ), cambiando su dirección de convergencia desde el Graben de Colima hasta la Bahía de Banderas. Este proceso es la causa de la deformación existente en el Bloque de Jalisco (BJ). En el siglo pasado, la ruptura de tres sismos de grandes magnitudes ocurrieron en este margen marino: el sismo de Mw=8.0 en 1995, y los sismos de Mw=8.1 y Mw=7.8 de 1932, los cuales afectaron las poblaciones costeras y las ciudades de los estados de Colima y Jalisco. El objetivo principal de esta investigación es determinar los vectores absolutos del movimiento de la placa de RIV, para estimar con mayor precisión los vectores de convergencia entre las placas de RIV y NAM a lo largo de la ZSJ. Los vectores de movimiento absoluto de la placa de RIV pueden ser derivados de mediciones del magnetismo remanente de montes submarinos de origen volcánico y de la forma del monte definida de datos batimétricos. Esta estimación precisa de los vectores de convergencia y el cálculo del movimiento absoluto de la placa de RIV aportará un mejor entendimiento de las fuerzas tectónicas actuantes que deforman el margen occidental de México, así como la evaluación del potencial del riesgo sísmico actual a lo largo de la ZSJ. Para este análisis, la siguiente metodología se ha llevado a cabo: (1) adquisición de datos de batimetría multihaz y magnéticos durante 7 campañas oceanográficas, a bordo del B/O El Puma, sobre montes submarinos al flanco oriental de la dorsal RR (Rivera Rise); (2) Reducción de los datos magnéticos medidos a valores de anomalías magnéticas; (3) integración de los datos batimétricos y magnéticos para cada uno de los montes submarinos; (4) inversión de los datos de cada monte submarino para estimar el movimiento absoluto de la placa de RIV en referencia al polo magnético. Dos técnicas convencionales son utilizadas para la inversión: la de Plouff [1976] que esta basada en la inversión de mínimos cuadrados, y la de Parker et al. [1987] que es conocida como el método seminormalizado. (5) Determinar un nuevo vector de Euler de RIV-NAM, empleando el cierre de circuito de placas PAC-RIV-NAM, con el movimiento absoluto de RIV y el polo Euler de PAC-NAM estimado por Larson et al. [1997]. (6) Determinar la velocidad y dirección de convergencia a lo largo de ZSJ a partir del nuevo vector de Euler de RIV-NAM. (7) Validar los vectores de convergencia obtenidos en referencia a la neotectónica que afecta al margen occidental de México a lo largo de la ZSJ.

GET-26 CARTEL

RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOFISICO MARINO EN EL SECTOR CENTRAL DE LA PLACA DE RIVERA Y DE LA DORSAL OCEANICA EPR EN EL PACIFICO MEXICANO

Pérez Calderón Daniel Armando¹, Mortera Gutiérrez Carlos

Angel Q.², Bandy William³ y Ponce Núñez Francisco³

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

danielp@geofisica.unam.mx

A pesar de que se tiene un mayor conocimiento de los procesos que conforman el piso oceánico en varias regiones del mundo, como en las dorsales oceánicas y en los márgenes continentales, el conocimiento a detalle de la geología de la zona central de la placa de Rivera es muy limitado por ser una de las placas más pequeñas que poco atrae el interés científico en relación a las otras placas mayores de origen oceánico que la rodean como lo son: Cocos y Pacífico. Debido a la reducida cantidad de datos con los que se cuenta actualmente del relieve batimétrico en el sector central de la placa de Rivera y su asociado magnetismo, esto ha limitado el conocimiento preciso sobre la evolución de la corteza oceánica en este sector. El segmento norte de la dorsal oceánica "East Pacific Rise" (EPR) ha estado formando nueva corteza oceánica en la placa de Rivera en los últimos 10 Ma. De igual forma, la interacción entre placas adyacentes con la placa de Rivera ha generado pequeñas zonas de gran complejidad dentro y fuera de la misma placa de Rivera, en cuanto al estilo de formación y sus rasgos estructurales que presenta la superficie del lecho oceánico. Las edades de estos rasgos estructurales en el piso oceánico pueden ser identificadas por su asociada isócrona magnética y con ello, inferir la época en la que tuvo lugar su magmatismo y cómo ha evolucionado la placa de Rivera. Este estudio presenta los resultados de siete campañas de geofísica marina a bordo del B/O EL PUMA, en la parte central de la Placa de Rivera entre 109°W y 107°W, en donde se realizó un levantamiento continuo y sistemático de datos marinos de batimetría multihaz y campo geomagnético para cubrir el 100% del área en estudio

y definir con mayor precisión la evolución tectónica del sector central de la placa de Rivera y su relación con la formación de nueva corteza oceánica proveniente del flanco oriental de la dorsal oceánica EPR en los últimos 10 Ma entre las fallas transformantes de Rivera y Tamayo. Además, imágenes acústicas de backscatter de los datos batimétricos multihaz adquiridas aportan más evidencias sobre la textura del relieve del lecho marino y la sedimentación que se tiene en este sector de la placa de Rivera.

GET-27 CARTEL

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y ESTILO DE DEFORMACIÓN DE LA SECUENCIA MESOZOICA DE LA SIERRA FRÍA, ZACATECAS

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús, García-Pérez Esteban, Reyes-Carmona Jonathan Alí, Becerra-García Ivón, Martínez-Alba Minerva Elizabeth, Núñez-Peña Ernesto Patricio, Bluhm-Gutiérrez Jorge, Rea-Huizar Erik, Ortega-Martínez Emmanuel y Esparza-Martínez Alicia
Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ
fescalona@hotmail.com

En este trabajo se presentan los resultados de la cartografía y el análisis de la deformación de la secuencia Mesozoica de la parte NW de la sierra Fría. La secuencia estratigráfica está formada por derrames de lava basáltica y/o andesítica basáltica que tienen interestratificadas escasas capas de arenisca con o sin lutitas alternadas. De la base a la cima la secuencia está formada por lavas con estructura almohadillada, textura porfídica con escasos fenocristales de plagioclasa. Las lavas tienen oxidación intensa y cloritización escasa. De la parte media hacia arriba la secuencia cambia, los fenocristales de plagioclasa son más comunes y ocasionalmente hay de piroxeno. Las lavas tienen estructuras almohadilla y masiva, siendo las últimas más comunes hacia la parte superior; ocasionalmente hay tubos de lava. La alteración sigue siendo intensa, sin embargo la oxidación disminuye e incrementa la cloritización, en algunos pocos lugares se observa limonitización. Las rocas sedimentarias que están interestratificadas con las lavas tienen un espesor máximo de aproximadamente 80 m y están formadas por areniscas de grano fino a medio que pueden o no tener lutitas interestratificadas. Los estratos individuales son de menos de 10 cm de espesor. La secuencia está cortada por diques y sills, en ese orden de abundancia, la mayor parte de ellos emplazados en planos de falla. La composición es riolítica/dacítica de textura porfídica con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y rara biotita. El espesor de los diques varía de unos cuantos centímetros hasta poco más de 3 m, los más anchos tienen dos o tres etapas de inyección. La secuencia estratigráfica está cortada por fallas inversas y normales. Las fallas inversas tienen una orientación preferente que varía de NE-SE a E-W, en cambio en las normales tienen dos orientaciones que son WNW-ESE y NNE-SSW. En las fallas normales, a partir de relaciones de corte, se observan al menos dos etapas de deformación. La primera tiene una orientación preferente que varía de 050° a 120° y de 230° a 300° en tanto que el segundo movimiento varía de 310° a 040° y de 130° a 220°. Las rocas sedimentarias de grano fino tienen foliación bien definida, mientras que en las areniscas casi no se aprecia. Las areniscas y lutitas de la parte media de la secuencia tienen pliegues de longitud de onda menor a 5 m y están asociados con fallas inversas. La secuencia estratigráfica Mesozoica de la sierra Fría es correlacionable con el Complejo Las Pilas de la sierra de Zacatecas; sin embargo, difieren en que en la sierra Fría la oxidación es más intensa y son abundantes los diques y sills riolítico/dacíticos. El estilo de deformación de ambas secuencias también es similar, por lo tanto la deformación dúctil fue desarrollada durante la orogenia Laramide. Mientras que el primer evento de deformación quebradiza está relacionado con el sistema de fallas San Luis-Tepehuanes, y el segundo corresponde a Sierras y Cuencas.

Sesión Regular

Geología y geofísica ambiental

Organizador:

Damiano Sarocchi

GGA-1

MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS Y MICROESPECTROSCOPIA A EFECTO RAMAN EN EL COBRE ESTRATIFORME DE LOS LECHOS ROJOS DE LAS VIGAS (COYAME) CHIH.

González Partida Eduardo¹, Camprubí Antoni², Canet Miquel Carles³,
Piroron Jacques⁴, González Ruiz Luis Eduardo⁵, Díaz Carreño
Erik Hugo⁶, Romero Rojas Mary Carmen⁶ y Romero Rojas Wendy⁶

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴UMR-7566 G2R, Université de Lorraine, Boulevard des Aiguillettes, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy France

⁵Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO

⁶Centro de Geociencias, UNAM

edgopa@gmail.com

Se presenta la metodología analítica y aplicación de la microtermometría de inclusiones fluidas y microespectroscopía a efecto RAMAN aplicada al caso del yacimiento mineral del Distrito minero de las Vigas Chih... El cobre estratiforme de Las Vigas se distribuyen por kilómetros en forma de mantos y lentes donde los sulfuros primarios corresponden a calcopirita, bornita, y pirita, alterados parcialmente a calcosita y covelita: Azurita y malaquita hematita y goethita son minerales producto de la oxidación en una ganga de cuarzo y calcita. Los sulfuros generalmente están cementando los granos de cuarzo y/o conformando bandas de sulfuros; igualmente se presentan troncos a arboles mineralizados. Muestras de calcita y cuarzo fueron analizadas en los diferentes mantos y lentes en Las Vigas, así como una muestra de cuarzo que silicificó troncos de madera mineralizada. Las inclusiones fluidas (IF) fueron del tipo líquido + vapor a líquido dominante y a líquido+vapor+sólido. Los sólidos analizados dentro de las inclusiones fluidas por microespectroscopía Raman corresponden a NaCl, calcita y calcopirita. La talla de las IF es pequeña variando de 5-15 µm. La salinidad de la salmuera mineralizante varía de 16.6 a 32 % Peso Eq. NaCl, con temperaturas de homogeneización en un rango de Th= 104°C a 205 °C. Se plantea la hipótesis de que los fluidos pueden provenir de la profundidad de la cuenca y es ahí donde adquieren su salinidad y capacidad de transporte del cobre mediante complejos clorurados, en un medio oxidante, los cuales al momento de circular hacia niveles estratigráficos más someros y reductores (materia orgánica y derivados diagenéticos), se diluyen y enfrían al entrar en contacto posiblemente con acuíferos someros (instalados en las arenas de las Vigas) precipitando la mineralización.

GGA-2

APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS A ESTUDIOS ECOLÓGICOS: ADAPTACIONES DE ADQUISICIÓN DE AGUA DE LA ROCA FRACTURADA POR ARBOLES DE PINO Y ENCINO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO SIERRA SAN MIGUELITO.

Rodríguez Robles Ulises¹, Ramos Leal José Alfredo¹, Arredondo-Moreno
José Tulio², Huber-Sannwals Elisabeth¹ y Yezpe Enrico A.²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON

ulises.rodriguez@ipicyt.edu.mx

La Sierra de San Miguelito es un macizo montañoso de rocas volcánicas de baja permeabilidad altamente erosionadas por el proceso de exfoliación y se caracteriza por presentar suelos rocosos someros (<25 cm). Aunque los suelos son muy superficiales sostienen una compleja arquitectura del bosque tropical-semiárido de pino y encino. Estudios recientes sugieren que los árboles nativos pueden tener la capacidad de extraer el agua del regolito de la roca. Sin embargo, se sabe muy poco acerca de la distribución de las raíces que crecen por debajo de los suelos rocosos, debido a las dificultades de excavación de la roca madre. Los métodos de exploración geofísica son una oportunidad comprometida ya que son una herramienta no destructiva que proporcionan datos espaciales intensivos y de profundidad de cobertura casi instantáneos para estudios de evaluación cuantitativa y repetible en las investigaciones ecológicas a largo plazo. En este estudio, se presenta el uso del GPR y ERT para detectar patrones espaciales y temporales de la humedad en los suelos poco profundos y en la roca erosionada para la investigación de campo. Nuestros objetivos fueron caracterizar el suelo rocoso erosionado usando cuatro antenas de diferentes frecuencias (50, 250, 500 y 800 MHz). Pusimos a prueba la capacidad del GPR con una antena de 500 y 800 MHz para detectar las raíces de diferentes tamaños y en diferentes profundidades (10, 20 y 30 cm) en un bosque que crece en la roca volcánica fracturada.

GGA-3

SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SITIOS POTENCIALES PARA ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO₂ EN ACUÍFEROS SALINOS DE LA CUENCA DE BURGOS

Medina Romero Erik
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
erizo_mero@hotmail.com

El almacenamiento geológico de CO₂ es considerada como una de las tecnologías más importantes para mitigar la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Dentro de los medios geológicos considerados como aptos para el almacenamiento se encuentran los campos exhaustos de hidrocarburos, lechos de carbón no explotables, acuíferos salinos, basaltos y lutitas. Dentro de estas opciones, los acuíferos salinos son los que tienen mayor extensión y capacidad de almacenamiento. Con el objetivo de encontrar un lugar apropiado para el almacenamiento geológico de CO₂ se debe encaminar un estudio que consta de varias etapas o niveles de detalle. Cada nivel de detalle requiere un incremento en la cantidad y tipo de información, tiempo y costos; lo cual reduce progresivamente el grado de incertidumbre de los estudios. Los estudios realizados en México han avanzado de un nivel de detalle o escala de resolución de tipo País, en la que se determinaron once provincias con las condiciones (geológicas, estructurales, geotérmicas y tectónicas) propicias para el almacenamiento de CO₂; a un nivel de Cuenca en el que se realizó una estimación de la capacidad de almacenamiento teórico en nueve de las once provincias. El análisis realizado en este estudio corresponde al Nivel Regional en el interior de la Cuenca de Burgos, en donde se pretende determinar regiones apropiadas para almacenamiento. Posteriormente se avanza al Nivel Local para escoger un sitio específico. Para el sitio seleccionado en particular se realiza por medio de una estimación probabilística basada en el empleo de dichos coeficientes, los cuales dependen del tipo de roca almacén, ambiente de depósito y estructura de entrapamiento. A continuación es indispensable caracterizar el sitio por medio de una serie de estudios a detalle para conocer a fondo las características del sitio y la respuesta del sitio a los procesos que se llevarán a cabo una vez inyectado el CO₂. Dentro de estos estudios se encuentran los análisis geomecánicos, hidrogeológicos, hidrogeoquímicos y estructurales. Al carecer de datos específicos de las formaciones en esta etapa de estudio, se propone realizar experimentos con modelos analógicos con el objetivo de tener una idea de los procesos de deformación que ocurren en el interior del sistema de almacenamiento, para escoger un modelo mecánico que se adecúe a los resultados experimentales, posteriormente emplear dicho modelo con los datos específicos de las formaciones consideradas y de esta manera prever el comportamiento del sitio. Después, realizar un análisis estructural en donde se analice la posibilidad de reactivación de familias de fallas preexistentes. Finalmente realizar un modelo hidrogeoquímico que nos permita conocer que zonas del reservorio se verán afectadas por precipitación de carbonatos (reducción de permeabilidad) y cuales beneficiadas por disolución (aumento de permeabilidad).

GGA-4

NIVELES DE RADIOACTIVIDAD GAMA EN SEDIMENTOS DEL RÍO SACRAMENTO, CHIHUAHUA, MÉXICO

Villalba María de Lourdes¹, Colmenero Luis², Espino María Socorro³,
De la Garza Aguilar Rodrigo³, Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma
Graciela⁴, Pinales Munguía Adán⁴, Silva Humberto⁴ y Mireles Fernando⁴

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH

²Instituto Tecnológico de Chihuahua II

³Facultad de Ingeniería, UACH

⁴Unidad de Estudios Nucleares, UAZ

mvillalb@uach.mx

Existe un gran interés en el estudio de los niveles de radioactividad natural en sedimentos ya que estos contienen un registro histórico de los procesos que ocurren en alguna zona. El estado de Chihuahua tiene una superficie de 245 962 Km², que representa el 12.6% del país y donde existen cerca de 30 anomalías uraníferas conocidas. El río Sacramento nace cercano a la Presa San Marcos al Oeste-noroeste de la ciudad de Chihuahua y finaliza en el río Chuvísar. En el presente estudio se utilizó la espectrometría gamma para determinar la concentración de actividades de los radionúclidos emisores gamma existente en los sedimentos del río Sacramento. Se tomaron muestras de sedimentos a lo largo del río Sacramento se colocaron en contenedores tipo Marinelli, un volumen de 500 mL, se sellaron con Parafilm. Después se almacenaron por un periodo de 30 días para alcanzar el equilibrio secular entre el ²²⁶Ra, el ²²²Rn y sus descendientes. Para el análisis de las muestras se utilizó un espectrómetro gamma ORTEC, con un detector coaxial de germanio hiperpuro (HPGe) perteneciente a la Unidad Académica de Estudios Nucleares de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). El análisis incluyó los radionúclidos naturales ²²⁶Ra, ²³²Th y ⁴⁰K, encontrados frecuentemente en los minerales y rocas que forman los sedimentos. Los resultados de los espectros gamma de las muestras de sedimento del río Sacramento muestran 27 fotopicos en el rango de energías de 83.7 keV a 1460.58 keV. Estos rayos gamma provienen

de las series de decaimiento radiactivo del ^{238}U y ^{232}Th , sin incluir la energía de 1460.58 keV que corresponde al ^{40}K . Cada una de las energías se relaciona con el radioisótopo de la serie de donde provienen. La concentración en actividad del ^{226}Ra se calcula considerando la energía del ^{214}Bi de 609.23 keV, para el ^{232}Th la energía del ^{228}Ac de 911.19 keV, y para el ^{40}K de 1460.58 keV. Los rayos gamma de las dos primeras energías se seleccionaron tomando en cuenta su fotofracción y que no presentan ninguna interferencia. Los sedimentos contienen una concentración promedio de 37.31 Bq/kg de ^{226}Ra , 23.3% por arriba del promedio mundial señalada por la UNSCEAR de 30 Bq/kg, 47.41 Bq/kg de ^{232}Th , 89.64% superior al promedio mundial de 25 Bq/kg y 1125.38 Bq/kg de ^{40}K , 204% mayor al promedio mundial de 370 Bq/kg. Los elementos radioactivos presentes en los sedimentos contenidos en el río Sacramento reflejan las condiciones geológicas y los procesos de alteración de los yacimientos cercanos de San Marcos.

GGA-5

VARIABILIDAD ESPACIAL Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE DIFERENTES USOS DEL SUELO AFECTADOS POR LA MINERÍA DEL CINABRIO, AL SUR DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO, MÉXICO

Hernández-Silva Gilberto¹, Martínez-Trinidad Sergio², Solorio-Munguía Gregorio¹, Solís Valdez Sara¹, Scharek Péter³, Bartha András³ y Pérez-Martínez Rodrigo¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

³Geological Institute of Hungary

⁴Szent István University, Hungary
ghsilva@geociencias.unam.mx

Desde la época prehispánica, el cinabrio (HgS) ha sido explotado al sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México. La región fue utilizada por sus antiguos habitantes, como pigmento rojo bermellón, con connotaciones mágicas y religiosas, asociadas con símbolos de la vida. Durante la colonia, continuó la explotación del cinabrio, pero ahora como Hg⁰ para amalgamar metales preciosos. La dispersión de la contaminación por Hg en la región ha sido consecuencia de la historia, escala e intensidad de la minería del cinabrio. A través del tiempo, el patrón del uso del suelo ha sido transformado por la minería y la deforestación, alterando propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos en especial, suelos cercanos a las minas. Como resultado de estas actividades, los desechos mineros (terrones o jales) han quedado como residuos a cielo abierto, por lo que, grandes cantidades de Hg han sido liberados al medio ambiente, al mismo tiempo que constituyen una fuente permanente de contaminación del aire, suelo, agua y biota y, desde luego, del ser humano. El objetivo de este trabajo es mostrar la distribución espacial del Hg total y relacionarla con los diferentes usos del suelo. La base de datos consistió en 103 sitios georreferenciados, 10 usos de suelos, 2 tipos de yacimientos, 3 periodos de explotación y el análisis de algunas características físicas y químicas de los materiales muestreados. Se utilizó un AMA-254 (Advanced Mercury Analyser) para el análisis del Hg total; para conocer la interrelación de las características involucradas en el trabajo con el Hg, se aplicó el análisis estadístico de componentes principales; para el mapa de dispersión del Hg, se usó el SIG ArcView 8.1. En cuanto al uso del suelo, las concentraciones medias más significativas de Hg total fueron los suelos dentro de los sitios arqueológicos (media 67.6 ± 40.0 , máxima 133.0 y mínima de 14.8 mg/kg-1, seguidas por los suelos agrícolas (media de 53.1 ± 88.3 mg/kg-1, máxima de 314.0 y mínima de 0.5 mg/kg-1); las mayores concentraciones de Hg total fueron las de yacimientos hidrotermales y, concretamente, en el entorno de los hornos de beneficio; los terreros de minas hidrotermales tuvieron una media de 631.0 ± 1129 mg/kg-1 con un máximo de 4164.0 y un mínimo de 2.4 mg/kg-1; en cuanto a los periodos de explotación, la mezcla de minas prehispánicas con las minas recientes fueron las de mayor valor (971.0 ± 1339.0 mg/kg-1, máxima 4164.0 y mínima 125.0 mg/kg-1).

GGA-6

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR HIDROCARBUROS Y DESECHOS METÁLICOS EN UN SITIO INDUSTRIAL UTILIZANDO LOS MÉTODOS VOC Y PERILAJE EM

Delgado Rodríguez Omar, Méndez Velarde Sergio y Ochoa Valdés Jesús
Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
odelgado@imp.mx

El método Perfilaje Electromagnético (PEM) detecta los cambios laterales de la conductividad del suelo hasta una profundidad de estudio que depende de las propiedades eléctricas del medio, la distancias entre la bobina transmisora y receptora, así como de la frecuencia de la señal EM emitida. Además, PEM tiene la capacidad de detectar la presencia de objetos metálicos enterrados a partir de las anomalías de fase y de la distorsión en las mediciones de la conductividad del suelo. Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son los más comúnmente encontrados en un sitio contaminado por hidrocarburos. Mediciones de COV pueden ser realizadas en una amplia variedad de ambientes geológicos y sus determinaciones precisas son necesarias para configurar correctamente las plumas contaminantes. En este trabajo se presenta los resultados alcanzados de la aplicación de los métodos PEM y COV en la detección de zonas de contaminación por hidrocarburos

y por basura metálica enterrada en un terreno de 48 hectáreas, utilizado por muchos años como depósito de desechos industriales. Las zonas de contaminación por hidrocarburos fueron configuradas a partir del análisis conjunto de las anomalías de baja resistividad (contaminación madura) y las zonas de alta concentración de VOC, mientras que la basura metálica enterrada fue detectada midiendo la conductividad aparente en dos direcciones ortogonales de las bobinas y realizando un posterior análisis de distorsión. Los resultados muestran de manera general una mayor presencia de contaminación por hidrocarburos y metal en la mitad Este del terreno. Este resultado facilitó la limpieza del sitio y redujo la intensidad de muestreo de suelo contaminado mediante la elección óptima de los puntos de perforación.

GGA-7

LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO: ALGUNOS ASPECTOS GEOLÓGICOS Y DE INTERACCIÓN AGUA/ROCA DE LOS PRINCIPALES CAMPOS PRODUCTORES DE ENERGÍA

González Partida Eduardo
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
edgopa@gmail.com

La energía geotérmica es un recurso renovable y se le considera como un tipo de energía verde, cuyo uso implica impactos ambientales y sociales mínimos, fácilmente prevenibles y mitigables. El origen de esta energía está asociado con la estructura interna de nuestro planeta y de los procesos físicos y químicos que ocurren dentro del mismo. Un campo geotérmico susceptible de aprovechamiento, debe tener como principales características: a) Una anomalía térmica, b) Un yacimiento constituido por rocas permeables donde circule el fluido geotérmico, situado a profundidades a las que su explotación sea económicamente rentable y c) Una cobertura impermeable del yacimiento, que impida la pérdida de calor por circulación del fluido geotérmico hacia la superficie. A la fecha, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en utilizar la energía geotérmica para la producción de electricidad con una capacidad instalada de 958. Existen cuatro campos geotérmicos en operación para la producción de electricidad: Cerro Prieto, Los Azufres, Los Hornos y Las Tres Vírgenes, y un campo en desarrollo: Cerritos Colorados. El campo de Cerro Prieto, se encuentra localizado en el estado de Baja California a 30 km del sureste de Mexicali y se encuentra emplazado sobre la Cuenca de Salton formada por los sistemas de fallas Cerro Prieto-Imperial, los cuales forman parte del sistema de Fallas de San Andrés. Es un campo geotérmico de líquido dominante, alojado en un ambiente sedimentario. Actualmente tiene una capacidad instalada de 720 MW. El campo geotérmico de Los Azufres es el segundo campo geotérmico más grande en operación en México. Está localizado en la parte central del país a 250 km de la ciudad de México. Las características geológicas están distinguidas por una actividad volcánica del Neógeno dominada por lavas basálticas y andesíticas de una supuesta caldera joven reciente relacionada al sistema de fallas Acambay. El campo geotérmico de Los Hornos está localizado en la parte centro-oriental de México, al oriente del Cinturón Volcánico Mexicano. Hasta la fecha se han perforado 43 pozos en una caldera volcánica reciente, su litología es compleja e incluye rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas intrusivas provenientes del periodo Paleozoico al Cuaternario. El sistema volcánico tiene diversas estructuras geológicas donde la principal es la caldera de Los Hornos. Esta estructura tiene un diámetro de 16 km y contiene los colapsos de Los Potreritos, Central y Xalapazco. Las rocas características del campo son en orden de basamento a la superficie: caliza, caliza metamórfica e intrusivas, basaltos, andesitas Hornblenda, toba vítreo, augita, andesita e ignimbritas, pómez, basaltos y andesitas.

GGA-8

ESTUDIOS MAGNÉTICOS EN COLECTORES NATURALES (TILLANDSIA CAPILLARIS) DE CONTAMINANTES EN CÓRDOBA, ARGENTINA

Chaparro Marcos A. E.¹, Castañeda Miranda Ana G.², Gargiulo José D.¹, Wannaz Eduardo D.³ y Böhnelt Harald N.²

¹Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA)

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, IMBIV-UNC
chapator@exa.unicen.edu.ar

Evaluar la calidad atmosférica en diferentes sitios mediante técnicas alternativas (biomonitoreos magnéticos) proporcionan una oportunidad para países o regiones que actualmente carecen de los medio necesarios para realizar análisis instrumentales. Para tal fin, individuos adultos de la especie Tillandsia capillaris fueron trasplantados en zonas de Córdoba con diferentes fuentes de emisión de contaminantes (industriales y vehiculares). Esta especie de epífita consta de tricomas en la superficie de sus hojas que permiten la absorción de nutrientes y/o contaminantes directamente de la atmósfera. La dependencia que manifiestan los biomonitores en su tipo de nutrición, indica correlaciones positivas entre la concentración de contaminantes en los tejidos de los biomonitores y la cantidad de deposición atmosférica. Por esta razón, se examinó la eficacia de esta especie como acumulador de contaminantes estudiando sus propiedades magnéticas, micromorfológicas (SEM-EDS) y elementales (ICP-MS). Las propiedades magnéticas se determinaron a partir de estudios de susceptibilidad

magnética (?), histéresis magnética (Ms, ?hf), magnetización remanente isotérmica (Mr), así como estudios termomagnéticos realizados en los laboratorios del Centro de Geociencias (México) y del CIFICEN (Argentina). Los resultados muestran que en las zonas industriales se observan los valores más altos de parámetros dependientes de la concentración magnética, por ej.: $\gamma = 151\text{--}222 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ y $M_r = 40\text{--}43 \times 10^{-3} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$. Estos resultados se asocian a las distintas cargas de contaminantes (elementos traza presentes en el material particulado) en el área, que se evidencian, a partir de correlaciones significativas ($R = 0.827\text{--}0.975$, $p < 0.01$) entre variables magnéticas (? , Ms, Mr, ?hf) y concentración de elementos (Ti, V, Co, Ba). Por otro lado, el sitio basal muestra valores mucho más bajos de concentración magnética ($\gamma = 38 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ y $M_r = 7 \times 10^{-3} \text{ A m}^2 \text{ kg}^{-1}$). El análisis de distintos parámetros magnéticos revela la presencia de minerales del tipo magnetita PSD. Asimismo, los estudios termomagnéticos evidencian una fase adicional de alta coercitividad distintiva para los sitios industriales. Los resultados hallados en este estudio nos permitió comprobar la utilidad de esta especie para realizar monitoreos mediante propiedades magnéticas, en forma similar a estudios realizados con la especie *Tillandsia recurvata* L. en Querétaro, México. Por último, podemos destacar que la especie *T. capillaris* puede ser utilizada como un proxy de la contaminación permitiendo identificar sitios críticos en forma rápida y económica.

GGA-9

RADÓN EN LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH. MÉXICO

Colmenero Luis¹, Villalba María de Lourdes² y Rubio Héctor³¹Instituto Tecnológico de Chihuahua II²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH³Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua
lcolmenero@uach.mx

El radón (Rn) es la segunda causa de cáncer de pulmón en los Estados Unidos, solo después del tabaco. Desde 1984 la USEPA pidió que se conociera la concentración de radón en lugares cerrados desde el segundo piso para abajo. En México las primeras investigaciones sobre radón fueron hechas en suelo en 1974 en regiones mineras uraníferas del norte en la búsqueda de uranio. Para 1984 se hicieron estudios en la emanometría que presenta este gas, antes y durante los eventos sísmicos y volcánicos. EN 1990 comienzan los estudios de radón como un contaminante, en aguas subterráneas. A partir de 1995 se ha publicado valores de Rn en casas en diferentes ciudades de México, pero principalmente en el centro del país. Los métodos empleados han sido principalmente utilizando trazas nucleares en sólidos, pero también hay trabajos con latas de carbón activado, electretos y monitores continuos. A la fecha se tienen valores base de algunas ciudades, también por las tres zonas climáticas del país; semidesértica, semitropical y tropical. Para todo México el promedio sería 74 Bq/m³. En estos estudios, los valores encontrados para la ciudad de Chihuahua han dado mas altos que el resto del país. La concentración del Rn depende del uranio geológico circundante, del material de construcción empleado, del clima imperante y de los hábitos caseros, principalmente. Las zonas uraníferas más importantes se encuentran en los estados de Sonora, Durango, Chihuahua, Coahuila y Oaxaca, además Guerrero, Tamaulipas, Querétaro y Baja California. La ciudad de Chihuahua se encuentra rodeada de yacimientos radiactivos, el principal de ellos es Peña Blanca a 30 Km al norte de esta ciudad, este yacimiento cuenta con cerca del 35% del uranio del país. Se determinó la concentración de Rn en casas de la ciudad de Chihuahua, en los principales materiales de construcción utilizados como son ladrillo, block, adobe y cemento. Se dividió la ciudad en seis zonas. Se utilizó el monitor continuo AlphaGuard Pro2000, este medidor es muy efectivo porque mide además la presión atmosférica, la humedad y la temperatura, factores importantes en la variación del Rn. El objetivo fue medir el radón en una de las ciudades con mayor uranio circundante, intercomparar con otros reportes de ciudades del país, así como comparar con los otros métodos que se han empleado. Los resultados mostraron los siguientes promedios; para el adobe 112 Bq/m³, para la zona sur 146 Bq/m³. Se encontraron valores promedio mayores a 148 Bq/m³ en el 15 % de las casas muestreadas. La USEPA pone este valor como Límite de Intervención. El promedio de toda la ciudad fue de 81 Bq/m³. Al contrastar estos valores con los encontrados en otras ciudades, resalta que la ciudad de Chihuahua hay una relación del uranio circundante con los valores encontrados, que son más altos, corrobora los reportes de otras investigaciones tanto nacionales como locales que han usado métodos menos certeros. Este trabajo debe de servir para llamar la atención de las autoridades competentes.

GGA-10

DESARROLLO DE UN PROCEDIMIENTO MAGNÉTICO PARA EL ESTUDIO DEL CONTENIDO DE METALES EN RESIDUOS MINEROS (JALES) EN EL DISTRITO MINERO DE TAXCO (DMT), GUERRERO

Gómez Rivera Julio Cesar¹, Morales Juan²,
Hernández-Bernal María del Sol³ y Corona Chávez Pedro⁴¹Universidad Autónoma de Guerrero, UAGro²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM³Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia⁴Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
boneckfull@gmail.com

El estudio de la distribución y concentración de elementos potencialmente tóxicos (EPT) contenidos en los jales mineros es, hoy por hoy, un tema de considerable relevancia. Esto se debe a que se ha reconocido que tales elementos pueden causar graves problemas ambientales y de salud a las poblaciones establecidas en sus cercanías. La realización de estos estudios se efectúa generalmente por medio de análisis geoquímicos; tales análisis son caros y requieren de un tiempo considerable. Debido a esta situación, se trabaja en el desarrollo de un procedimiento magnético que permita determinar de forma confiable las concentraciones más altas de EPT de un modo mucho más económico y rápido, para con esto enfocar el estudio (los recursos económicos y tiempo) hacia las áreas con mayor afectación o interés. El Distrito Minero Taxco (DMT) cuenta con una larga tradición minera (de más de 400 años). Dicha actividad durante todos estos años sirvió como el principal motor económico de la región, pero también trajo consigo efectos negativos, como lo son la acumulación de varias toneladas de desechos distribuidos en un total de 7 diferentes depósitos. El área de estudio comprende dos de ellos: El Fraile y Guerrero II, localizados al sur del municipio de Taxco de Alarcón, en la porción norte del estado de Guerrero. Se eligieron los depósitos El Fraile (el más antiguo de la región) y Guerrero II (el más reciente de los siete) porque, como es natural, en el período de explotación tan prologado en que se ha desarrollado esta industria ha habido una evolución significativa en los métodos de procesamiento para el aprovechamiento de los recursos minerales, así como también cambios en el tipo de metales extraídos. Durante el trabajo de campo se colectaron un total de 37 muestras, de las cuales 24 son de jales (13 de El Fraile y 11 de Guerrero II) y las 13 restantes son diferentes especies de flora (8 de El Fraile y 5 de Guerrero II) que crecen sobre o al pie de los depósitos mineros. La parte central del trabajo consiste en la aplicación de diversos procedimientos analíticos: técnicas magnéticas [susceptibilidad magnética a baja y alta frecuencia, obtención de curvas de remanencia magnética isoterma (MRI), histéresis, campo inverso y termomagnéticas] y geoquímicas [química de elementos mayores y trazas, determinadas por fluorescencia de rayos X]. A partir de las determinaciones de susceptibilidad magnética se pudo observar valores muy variados entre las muestra pertenecientes al mismo depósito y, más aún, si las comparamos contra las correspondientes al otro. Las muestras del El Fraile presentan valores que oscilan entre 7 y 310 $\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$, mientras que para las muestras de Guerrero II se obtuvieron valores entre 1900 y 8100 $\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$. Tales variaciones enormes se pueden interpretar preliminarmente como diferencias considerables en el contenido de FeOt, y en consecuencia en elementos tóxicos (Pb, Zn, V, etc.). Este trabajo fue apoyado con el proyecto DGAPA PAPIIT-IA102413, UNAM.

GGA-11

ALGORITMOS DE REALCE ESPACIAL, EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CUBIERTA DE AGUA, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES: EN EL ÁREA LACUSTRE DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO

Santillán-Espinoza Lina Elisa¹, González-Morán Tomás¹ y López-Caloca Alejandra²¹Instituto de Geofísica, UNAM²Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A. C., CentroGeo
nina_se1987@hotmail.com

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) declarado área protegida, el 16 de Diciembre de 1959, representa uno de los más bellos escenarios naturales de toda la República Mexicana. Se encuentra localizado al sureste del estado de Chiapas, limitando al sur con Guatemala. Este sistema lagunar tiene una gran importancia a nivel nacional, por lo que se están tratando de implementar medidas que permitan su conservación, ya que a través del tiempo, ha presentado alteraciones de tipo ambiental, social y político. Se han observado en los cuerpos de agua cambios de coloración, composición y tamaño, debido a la influencia de las actividades agrícolas y urbanas del municipio de Comitán de Domínguez y pueblos aledaños, al parque. En este trabajo se caracterizan cambios del sistema lacustre, con la finalidad de entender el patrón de comportamiento del sistema. Utilizando la percepción remota y los sistemas de información geográfica se llevó a cabo un estudio, para obtener el área de la cubierta de agua, y comparar cambios de extensión de los cuerpos lacustres. Se procesaron imágenes satelitales SPOT-4 y SPOT-5, de tres diferentes fechas, en época de estiaje, de los años 2000, 2006 y 2012. Se aplicaron diferentes metodologías: una técnica mejorada de análisis de Componentes Principales (PCA) basada en el algoritmo de "à trous", para realizar la resolución espacial, y el Índice Normalizado Diferencial de Agua (NDWI), para

clasificar la cubierta de agua. Finalmente, se hizo la extracción de los cuerpos lacustres con el fin de obtener máscaras y calcular el área, de las mismas. Las principales variaciones, se observaron en las lagunas de San Lorenzo, Tepancoapan y Bosque Azul, afectando zonas específicas de dichos cuerpos y las conectividades hidráulicas, superficiales, entre ellas. El área de estudio presentó un decremento significativo del año 2000 al 2006 de 1.2884 km² (0.4071 km² por año), es decir, se redujo la extensión de agua en aproximadamente un 20% con respecto a la primer fecha. Sin embargo, se observó una ligera recuperación del sistema lacustre del 2006 al 2012, de 0.1755 km² (0.0292 km² por año), con una área con agua de 3% de las áreas lacustres con respecto, al año 2006. A pesar de presentarse un incremento en el segundo periodo de estudio, el sistema lagunar en el año 2012, no alcanza a recuperar la cobertura original (año 2000), ya que presenta un decremento de aproximadamente, 17%. Estos resultados geoespaciales permiten cuantificar la extensión de la cubierta lagunar del PNLM, y colaborar en la realización de acciones conjuntas, dirigidas a la elaboración de políticas con la finalidad de llegar a tener un manejo sustentable de los recursos de la zona.

GGA-12

INVERSIÓN DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNETOMÉTRICOS Y SU APLICACIÓN EN LA DETECCIÓN DE CAVIDADES. CASO DE ESTUDIO: 2ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC

Sánchez-González Jesús, Escobedo Zenil David, Ogando Cerdeira Aurora, Esteves Robles Sandra y Cárdenas-Soto Martín
Departamento de Ingeniería Geofísica, Facultad de Ingeniería, UNAM
jsanchez@unam.mx

El método de micro gravimetría ha sido ampliamente utilizado para la detección de cavidades y como una alternativa en donde los métodos eléctricos presentan resultados ambiguos. Sumados a este, la magnetometría ha podido emplearse con éxito como un método de apoyo en la detección de cavidades, siempre y cuando exista un alto contraste de susceptibilidad magnética, como lo es en el caso de las cavidades sin relleno. El presente trabajo muestra uno de los estudios llevados a cabo en la 2ª sección del Bosque de Chapultepec como parte del proyecto FOMIX-CONACyT GDF No. 121119, la cual es una antigua zona de minas y que ha reportado gran cantidad de zonas de hundimiento y minas no rellenas. Aquí se muestran los resultados del uso conjunto de gravimetría y magnetometría en la detección de cavidades no rellenas. Se parte del análisis básico de ambos métodos y se genera una inversión de cada conjunto de datos para evaluar su desempeño individual, una vez hecho lo anterior se realiza una inversión conjunta entre la gravimetría y magnetometría y se evalúa la efectividad de dicha metodología en la caracterización de cavidades. Paralelamente se llevaron a cabo estudios de tomografía eléctrica e interferometría sísmica cuyos resultados se comparan con los obtenidos con los métodos potenciales

GGA-13

CONTENIDO DE MERCURIO EN SUELOS DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

Esquivel Dulce María, Miranda-Avilés Raúl, Elorza Rodríguez Enrique, Marín Herrera Ricardo, Puy-Alquiza María Jesús y Olmos Moya Paulina
Universidad de Guanajuato, UG
desquivel@ugto.mx

En el presente trabajo se analiza el contenido de mercurio en suelos de 3 ex haciendas de beneficio en el distrito Minero de Guanajuato. El proceso de patio utilizado durante la época colonial en la Nueva España utilizó alrededor de 25,000 toneladas de mercurio, en el proceso de amalgamación. Se realizó un muestreo exploratorio de 35 muestras de suelos mezclados con jales mineros antiguos. Las muestras se analizaron por espectroscopia de Absorción Atómica con aditamento de Vapor Frio a una longitud de onda de 253.7 nm para mercurio. Las concentraciones varían en rango amplio desde 100 hasta más de 600 ppm, todas por encima de los límites permitidos de 23 ppm para zonas urbanas, se han encontrado depósitos intactos de jales y son los que tienen un mayor contenido de mercurio. Debido a la toxicidad del mercurio y el uso que en la actualidad tienen estas ex haciendas de beneficio, es importante determinar la biodisponibilidad y las biotransformaciones del mercurio en el suelo y en las plantas para determinar los riesgos a la salud humana y el medio ambiente.

GGA-14

"LABORATORIO NACIONAL PARA EL ESTUDIO DEL BIOGÁS DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO" OPORTUNIDADES Y RETOS DE UTILIZAR EL BIOGÁS DEL SITIO PRADOS DE LA MONTAÑA, DESARROLLO DE CONOCIMIENTO-TECNOLOGÍA Y CAPITAL HUMANO

Rocha Miller Roberto
RESINERGIA SAPI de C.V.
r.rochamiller@resinergia.com

Las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global son un grave problema para los ecosistemas y la humanidad debido a sus efectos sobre el cambio climático. Durante las últimas décadas, el crecimiento demográfico y el desarrollo industrial han dado lugar a la acumulación de gases como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que contribuyen al efecto de invernadero. Desde 1750, las concentraciones atmosféricas globales de CH₄ se han incrementado en un 150%, de 722 ± 25 ppb a 1803 ± 4 ppb en el 2011 y su tasa de crecimiento el periodo 2000-2009 fue de 2.2 ppb yr⁻¹ y las emisiones de CH₄ se han incrementado desde 2007. Además, las moléculas de CH₄ absorben mayor cantidad de radiación infrarroja comparadas con las moléculas de CO₂ y el ciclo de vida del CH₄ es menor a 10 años en la tropósfera lo que implica que el CH₄ tiene un potencial global de calentamiento (PGC), que es de 21 a 75 veces mayor que el CO₂ dependiendo del tiempo de referencia considerado. [IPCC, 2013]. Los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos (SDF) son el tratamiento más utilizado en la gestión de los RSU emitiendo GEI y lixiviados que penetran el subsuelo. El aprovechamiento del biogás está limitado en el país debido a incertidumbres técnicas, financieras y regulatorias, y se refleja en que en 2010 México produjo 2,365MW de los cuales 33MW provinieron de biogás. El reto que el cambio climático representa para México requiere esfuerzos alineados de los sectores público y privado con las EES y CI con programas de investigación multidisciplinarios al integrando conocimiento de diversas áreas de la Ciencia y la Tecnología. Se presentan los cuatro subproyectos: 1) VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE BIOGÁS REDUCIDO EN METANO, 2) DESULFURACIÓN Y ENRIQUECIMIENTO DEL BIOGÁS MEDIANTE ABSORCIÓN ALCALINA Y TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA, 3) APLICACIÓN SIMULTÁNEA DE MÉTODOS GEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS PARA EL ESTUDIO DE PROCESOS METANOGENÉTICOS EN SDF y 4) APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS PRODUCIDO

GGA-15 CARTEL

EXPERIMENTOS DE REMOCIÓN DE FLUORURO MEDIANTE TRATAMIENTO CON CALIZAS

Olguin Martinez Maria Guadalupe¹ y Armienta Hernández María Aurora²

¹Universidad de Sonora, UNISON

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
pyngu_rieder@hotmail.com

El flúor es un elemento químico que se puede encontrar formando parte de algunos minerales en la corteza terrestre o bien en disoluciones como ión fluoruro (F⁻). Este ión en el agua potable puede provocar daños a la salud como la llamada fluorosis esquelética. En México, se han reportado sitios con concentraciones por arriba de 1.5 mg/L, límite máximo establecido en la normatividad para agua de consumo humano. Entre las alternativas de tratamiento en este trabajo se propone la adición de CaCO₃, material constituyente de calizas y abundante en el territorio nacional. En este estudio se reportan distintos experimentos de tratamiento de remoción de F⁻ con calizas en presencia de sulfato (SO₄²⁻), cuya presencia pudiera interferir en el proceso de eliminación. Primeramente se trituraron calizas obtenidas en Zimapán, Hidalgo, estos fragmentos fueron tamizados para obtener un tamaño de partícula entre 840-1410 µm. Posteriormente se prepararon soluciones con una concentración de F⁻ de 3 mg/L y con distintas concentraciones de sulfato (70, 200, 400, 800 y 1000 mg/L). Los fluoruros se añadieron como fluoruro de sodio (NaF) y los sulfatos como sulfato de sodio (Na₂SO₄). Se colocaron 20 g de caliza y se agregaron 200 mL de solución, para después colocar las muestras en un agitador orbital marca Orbit Shaker por un periodo de 72 horas a temperatura ambiente. Los experimentos de tratamiento se realizaron por duplicado. La determinación de F⁻ se realizó con un electrodo de ión selectivo acoplado a un potenciómetro Thermo Scientific Orion 5 star. Los resultados mostraron eficiencias de remoción de F⁻ entre 48 y 36 %, con menores remociones en las soluciones con mayores concentraciones de SO₄²⁻. Lo que permite concluir que la presencia de este anión interfiere en el proceso de remoción de F⁻ con CaCO₃.

GGA-16 CARTEL

LA TECNICA DE MICROTOMOGRFIA DIGITAL 3D Y SU USO EN EL ENTENDIMIENTO DE LAS PROPIEDADES PETROFISICAS DE LAS ROCAS EN SISTEMAS ENERGETICOS:UN NUEVO LABORATORIO DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO CEMIEGEO 207032 # 08 SENER-CONACYT.

González Ruiz Luis Eduardo
Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo
l_e_g_r@hotmail.com

Un sistema petrolero, es decir, la roca generadora, la roca almacén y la roca sello, es producto de la procedencia de los sedimentos, del ambiente de depósito y de la evolución de los paleofluidos; La maduración, expulsión y migración de los hidrocarburos hasta la carga del reservorio son parte de los procesos diagenéticos de soterramiento (buriales) en los que las interacciones fluido-roca son de extrema importancia. Para el caso de las rocas carbonatadas, la porosidad y permeabilidad dependen en gran medida de los procesos de diagénesis profunda a la cual fueron involucradas las rocas, y en donde se dan fenómenos de construcción/destrucción de la porosidad-permeabilidad. Estos cambios en las rocas ahora pueden ser evaluados por medio de la tomografía. El carbon, las lutitas gesíferas y los reservorios geotérmicos (entre otras aplicaciones geológicas) son igualmente excelentes candidatos al estudio de la tomografía digital computarizada (Microtomografía digital 3D); Esta técnica trabaja a partir de la diferencia de densidades únicamente, no se obtiene información sobre composición química de la muestra, las imágenes de salida obtenidas del tomógrafo son en escala de grises que dan un total de 65,536 diferentes tonos, con los cuales a partir de un software especializado se pueden hacer las diferenciaciones de fases y lograr imágenes a colores según las densidades aisladas, a cada rango de densidad seleccionado se le puede asignar un color diferente, realizar extracciones, adiciones, y cálculos avanzados de petrofísica entre otras operaciones: Un laboratorio será instalado para el 2015 en el Centro de Geociencias de la UNAM en Juriquilla a partir de fondos públicos asignados para reanudar el crecimiento de la geotermia en México, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Energía (SENER), a través del Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, que motivó la creación del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo). En este trabajo se presenta los primeros resultados tomográficos preliminares en reservorios mexicanos.

GGA-17 CARTEL

CONDICIONES GEOLÓGICAS E INTERACCIÓN DE FLUIDOS AGUA-ROCA DEL CAMPO GEOTÉRMICO CERRO PRIETO, BAJA CALIFORNIA.

Díaz Carreño Erik Hugo¹, González Partida Eduardo², Romero Rojas Mary Carmen¹, Romero Rojas Wendy¹, González Ruiz Luis Eduardo³ y Yáñez Dávila David²

¹Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo

²Centro de Geociencias, UNAM

³Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO
erikhd@gmail.com

La energía geotérmica es el calor del interior de la tierra, derivado de la energía residual desde la formación del planeta y del que se produce continuamente en la corteza y el manto por el decaimiento radiactivo de minerales como el uranio, el torio y el potasio. El volcán de Cerro Prieto se localiza a 30 km al sureste de la ciudad de Mexicali, entre los meridianos 115°12' y 115°18' longitud Oeste, y los paralelos 32°22' y 32°26' de latitud Norte, en la Planicie o Valle Aluvial de Mexicali (sedimentos deltaicos del Río Colorado) que rellena una depresión conocida como Salton Trough asociado al sistema de fallas San Andrés. Un modelo que puede explicar la formación de la cuenca tectónica de Cerro Prieto es el propuesto por Frostick y Stell (1993), que describe la formación de cuencas en márgenes de placas divergentes y al que denominan rifts con generación de litosfera (litosphere-generated rifts). La interacción de los fluidos geotérmicos de alta temperatura con las rocas sedimentarias antes descritas, ha provocado la alteración hidrotermal de los minerales primarios a profundidad, dando como resultado la formación de nuevos minerales secundarios. Estos minerales secundarios han reemplazado en mayor o menor grado al cemento original de las areniscas, de tal modo que ahora estas rocas presentan como cementante una determinada asociación de minerales de origen hidrotermal. Se han identificado cuatro asociaciones o zonas de mineralización, que reflejan las temperaturas que tenía el yacimiento antes de su explotación y que, de menor a mayor temperatura, son las siguientes: 1) Zona con cementante de carbonato de calcio. 2) Zona con cementante de carbonato de calcio y sílice. 3) Zona con cementante de sílice, escaso carbonato y epidota, o zona de transición. 4) Zona con cementante de sílice y epidota. La fuente de calor es una anomalía térmica formada por el adelgazamiento de la corteza que ocurre en la cuenca transtensional en la que se ha formado el yacimiento, asociado a la prolongación sur del sistema de fallas activas de San Andrés. Este estudio está enmarcado dentro del proyecto CEMIE-geo 207032 # 08 SENER-CONACYT.

GGA-18 CARTEL

INTERACCION AGUA /ROCA EN EL CAMPO GEOTERMICO LOS AZUFRES, MICH.

Romero Rojas Mary Carmen¹, González Partida Eduardo², Díaz Carreño Erik Hugo¹, Romero Rojas Wendy¹, Yáñez Dávila David³ y González Ruiz Luis Eduardo^{3,4}

¹Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo

²Centro de Geociencias, UNAM

³Geología, Minería y Consultoría, GEOMINCO

⁴Centro Nacional de Investigación Avanzada en Petrofísica
pamela_6080@hotmail.com

La geotermia es la energía térmica que es transportada a través de la roca y o fluidos y es desplazada desde el interior de la corteza terrestres hacia los niveles superficiales de la misma, dando origen a los sistemas geotérmicos: En la actualidad, la energía geotérmica se considera como un recurso económicamente explotable, limpio, flexible, confiable y abundante, con posibilidades de usarse en una amplia variedad de aplicaciones entre las que se encuentran: (i) la generación de electricidad; (ii) el acondicionamiento de viviendas mediante el uso de bombas de calor geotérmicas (enfriamiento-calentamiento); (iii) la recreación (balneología y turismo); (iv) los invernaderos en agricultura; (v) los criaderos de peces y (vi) los procesos industriales y de manufactura (p.ej., secado de madera o productos agrícolas). El campo geotérmico de Los Azufres (CGLA) con una extensión de 81 km² se localiza en la sierra de San Andrés, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neo volcánico Mexicano a 80 km al oriente de la ciudad de Morelia. Se encuentra en el segundo lugar más importante en capacidad de energía eléctrica el aprovechamiento de este recurso natural proveniente del subsuelo, es considerado un campo geotérmico más grande a nivel nacional. Las características geológicas están distinguidas por una actividad volcánica del Neógeno constituida por lavas basálticas y andesíticas de una supuesta caldera graven reciente relacionada al sistema de fallas Acambay. Los minerales primarios que se encuentran en el CGLA son olivino, piroxenos/anfiboles, biotita y feldespatos. Los minerales que llenan las vesículas y fracturas en los minerales primarios son principalmente clorita, cuarzo, calcedonia, sílice amorfa, calcita y epidota. Por otro lado, zeolita, hematita, pirita y sericita son los minerales hidrotermales menos comunes y observados sobre los minerales primarios del. La alteración de plagioclasa primaria puede ser dividida en tres grupos diferentes dependiendo de la temperatura del campo. El primer grupo de alteración son granos finos de filosilicatos (sericita, minerales arcillosos y clorita), el segundo grupo por carbonatos y el tercer grupo, a temperaturas elevadas, la plagioclasa está preferentemente alterada a epidota y zeolita. Este campo geotérmico presenta uno de los sinters más grandes del mundo (3x1 Km) con una alteración argílica a argílica avanzada que actualmente está en proceso de caracterización, dentro del marco del proyecto CEMIEGEO 207032 # 08 SENER-CONACYT.

GGA-19 CARTEL

ALTERNATIVAS DE REMEDIACION DE AGUA CONTAMINADA CON FLUORUROS

Díaz Martínez María de los Angeles¹, Armienta Hernández María Aurora¹, Aguayo Ríos Alejandra¹, Cruz Ronquillo Olivia¹, Ceniceros Nora² y Labastida Núñez Israel²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Energía, UAM-Azacapatzalco
angie010_gdgt@hotmail.com

El fluoruro se encuentra en el agua subterránea en forma natural y particularmente en zonas con presencia de riolitas, donde su concentración suele ser elevada. El valor límite permisible en el agua de consumo humano es de 1.5 mg/L, cuando esta concentración es rebasada y la ingesta es crónica y excesiva puede ocasionar enfermedades como fluorosis y en casos más graves llevar a un severo daño a la estructura ósea del individuo. Debido a los efectos en los seres vivos y los antecedentes de contaminación de acuíferos en México se tiene la necesidad de evaluar diversos materiales de origen natural que ayuden a la remoción del fluoruro. Se ha encontrado que la roca caliza puede retener algunos metales y metaloides tóxicos; sin embargo la eficiencia de la remoción depende de varios factores como el tamaño de las partículas y la presencia de otros iones interferentes. El presente estudio tiene por objetivo evaluar la factibilidad de utilizar roca caliza como una alternativa para el tratamiento de agua contaminada con fluoruro. Se efectuaron experimentos para determinar la capacidad de retención de fluoruros, teniendo como interferencias la presencia de iones sulfatos. El procedimiento consistió en preparar disoluciones con diferentes concentraciones de fluoruros (2, 2.5 y 3 mg/L) y sulfatos (30, 50, 70, 100, 200 y 400 mg/L), similares a lo reportado en varios acuíferos del país, variando condiciones de pH (6 y 9), así como el tamaño de partícula de la roca (63-125µm y 840-1410µm). Las concentraciones de fluoruros se determinaron mediante potenciometría con electrodo selectivo y las de sulfato por turbidimetría. Además con propósitos de caracterización y determinación de los posibles mecanismos de remoción, se llevaron a cabo determinaciones de alcalinidad y dureza. De acuerdo a los resultados de dichas determinaciones se concluye que presenta mayor eficiencia de remoción la roca caliza de menor tamaño de partícula (63-125µm), con una eficiencia de 93.6 % para una concentración de 3 mg/L y un pH= 9, seguido de una eficiencia de 86.93 % para una concentración de 3 mg/L y un pH = 6. Para una concentración de 2.5 mg/L y un pH= 6 y 9 la eficiencia resultante fue de 77.52% y 85.52% respectivamente, mientras que para

la concentración de 2 mg/L la mayor eficiencia se presentó a un pH = 9, con un 80.4% de remoción. La remoción de los fluoruros mostró ser dependiente de la concentración de los sulfatos; para concentraciones de 30 mg/L y 400 mg/L se alcanzaron remociones del 93% y 40.4% en cada caso.

GGA-20 CARTEL

COMPLEJACION DE SUSTANCIAS HUMICAS OBTENIDAS DE LOS CANALES DE XOCHIMILCO CON DIFERENTES METALES

Cruz Ronquillo Olivia¹, Armienta Hernández María Aurora¹, Rosas H. André², Hernández Muñoz Jonathan³, Aguayo Rios Alejandra¹, Ceniceros Nora¹ y Macías Felipe Martha Elena³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Sorocaba, Brasil

³Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM
olcruz@geofisica.unam.mx

El estudio del comportamiento ambiental de los metales pesados es de gran importancia debido a su toxicidad y al encontrarse en distintas formas químicas, lo cual influye en su movilidad. Estos elementos no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales, ya que no son biodegradables, por lo que tienden a acumularse y transferirse a los seres vivos. La formación de complejos en las aguas naturales es uno de los procesos relevantes que influye en el impacto de los metales y metaloides tóxicos en el ambiente. El 40-60 por ciento de la materia orgánica acuática se encuentra en forma de sustancias húmicas (SHA) que representan la principal clase de complejantes naturales presentes en las aguas superficiales continentales, y poseen cerca de 45% de oxígeno y 1-2 % de nitrógeno en sus estructuras. Estos grupos, donadores de electrones son los principales responsables de las características de la materia orgánica relativas a la formación de complejos. En el presente trabajo se utilizaron sustancias húmicas extraídas de los canales de Xochimilco que se obtuvieron mediante el método de Thurman. La muestra acidificada se hizo fluir a través de una columna empacada con resina amberlita XAD-8 (malla 40-60). Los ácidos hidrofóbicos adsorbidos sobre la resina DAX-8 se eluyeron con NaOH 0.1 N. Posteriormente el material eluido se concentró y purificó para eliminar el exceso de sales, se liofilizó y se llevó a cabo su caracterización por medio de espectroscopía infrarroja. Debido a que las SH presentan tamaños moleculares mayores, estas son retenidas por una membrana de 1 kDa mientras que los metales libres son filtrados en un equipo de ultrafiltración. Mediante esta técnica, hay posibilidad de separar los metales libres de los complejados, estudiar las distintas especies de los elementos simultáneamente y caracterizar los parámetros de la complejación, como la capacidad complejante, las constantes de intercambio y estabilidad de las especies metálicas con las SH. La principal ventaja de la ultrafiltración consiste en no poseer limitaciones en cuanto a la naturaleza del ión y del ligante. Los límites de detección dependen del método analítico, es una técnica rápida y no perturba el equilibrio de complejación. Se utilizó la técnica de ultrafiltración y análisis por espectroscopía de absorción atómica para determinar la capacidad de complejación de As, Mn y Zn con las sustancias húmicas obtenidas de Xochimilco.

GGA-21 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA MOVILIDAD AMBIENTAL DE METALES Y METALOIDES TOXICOS (MMTOX) MEDIANTE EXTRACCIÓN SECUENCIAL EN SEDIMENTOS DEL RIO TAJAMAR, ARGENTINA

Ceniceros Nora¹, Sosa Antonio², Armienta Hernández María Aurora¹, Kirschbaum Alicia³, Cruz Ronquillo Olivia¹ y Aguayo Rios Alejandra¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Química, UNAM

³Instituto de Bio y Geociencias, (IBIGEO), Museo de Ciencias Naturales, UNSA, Salta, Argentina
nora@geofisica.unam.mx

La explotación de los recursos metalíferos en Latinoamérica ha constituido una actividad económica relevante para el desarrollo tecnológico e industrial desde la colonización española en el siglo XVI. Sin embargo, su extracción ha traído consigo serios problemas de tipo ambiental, siendo el más alarmante el drenaje ácido de mina (DAM), proceso que resulta en la formación de aguas de gran acidez cuando las rocas y minerales metálicos son expuestos al aire y al agua, y son por lo general ricas en sulfatos y con contenidos variables de metales pesados y metaloides. En el siglo XX se desarrollaron diversas explotaciones mineras en el noroeste de Argentina, y algunas de ellas quedaron abandonadas. Tal es el caso de la planta de tratamiento La Poma, pasivo minero, ubicado cerca de la localidad de San Antonio de los Cobres, Departamento de los Andes en la provincia de Salta, Argentina, en la subcuenca Tajamar. La actividad minera de La Poma cesó alrededor del año 1985 y en la actualidad es posible observar la planta de tratamiento totalmente abandonada. En el área se reconocen diferentes tipos de acumulaciones de desechos mineros o jales que se encuentran sin medidas de protección que eviten la contaminación y que están en permanente contacto con el agua del Río Tajamar. Con el objetivo de estimar la movilidad y biodisponibilidad de algunos metales y metaloides tóxicos (MMTOX), el presente trabajo se enfocó en realizar la especiación química de As, Pb, Fe y Zn mediante el método de Extracción Química Secuencial SM&T (Estándar Measurements and Testing Program), en sedimentos del río Tajamar

en dos diferentes etapas de recolección de muestras; una en invierno (época de estiaje) y otro en verano (época de lluvias). El análisis de metales y metaloides se hizo mediante Espectroscopía de Absorción Atómica y Horno de Grafito acoplado a Absorción Atómica respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos el plomo se encontró en las dos primeras fracciones (fracción soluble en ácido y fracción reducible), siendo estas las más biodisponibles y por tanto más peligrosas. Las concentraciones encontradas de arsénico y plomo en la primera fracción, en los dos muestreos, rebasan los valores límites permisibles según las normas argentinas de calidad de agua para consumo humano y los valores de referencia reportados por la Organización mundial de la Salud (WHO). Las concentraciones totales de As, Pb, Fe y Zn en las muestras analizadas sobrepasan en varios ordenes de magnitud los valores de fondo para sedimentos de agua dulce establecidos por la NOAA (1999), incluyendo las muestras alejadas de los residuos mineros.

GGA-22 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO EN ROCA CALIZA DEL ÁREA DE ZIMAPAN, HIDALGO

Aguayo Rios Alejandra¹, Armienta Hernández María Aurora², Díaz Martínez María de los Angeles³, Cruz Ronquillo Olivia¹, Ceniceros Nora¹ y Labastida Núñez Israel¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Química, UNAM

³Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
ale@geofisica.unam.mx

La presencia en concentraciones superiores a la norma para agua potable de algunos elementos considerados potencialmente tóxicos para el ser humano, ha dado lugar a la búsqueda de soluciones viables que ayuden a tratar de resolver este gran problema de contaminación. Debido a sus características químicas la roca caliza se está evaluando como una alternativa de origen natural que permite llevar a cabo la remoción de algunas especies aniónicas. Debido a que es frecuente encontrar al arsénico ligado a esta roca se procedió a determinar la concentración de este elemento en pruebas que tienen como objetivo usar la caliza para remover o reducir la concentración de fluoruros. En el presente trabajo se presentan los resultados de arsénico obtenidos al llevar a cabo pruebas de factibilidad de remoción de fluoruros variando tamaños de partícula de la roca caliza (63-125µm y 840-1410µm), pH (6 y 9) y diferentes concentraciones de este anión. Las determinaciones de arsénico se realizaron con un equipo FIAS100 (Sistema de Análisis por Inyección en Flujo) acoplado a espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer AAnalyst 100. En todas las pruebas realizadas se puede observar que hubo poca liberación de arsénico de la roca con concentraciones entre 6.66 y 20 µg/L.

GGA-23 CARTEL

DETERMINACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS Y PUNTOS DE APORTACIÓN DE LIXIVIADOS A LA ZONA VADOSA EN EL RELLENO SANITARIO DE CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO.

Valles Alberto, Modesto Cesar y Santa Anna Ana Isela
Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Chihuahua
valag87@hotmail.com

Existen numerosas investigaciones que integran metodologías basadas en tecnologías innovadoras que pretenden, de forma invasiva, realizar monitoreo y detección de plumas de contaminación, apoyadas en prácticas geofísicas asistidas con sensores eléctricos y electroquímicos, utilizando técnicas de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) que permiten estimar la resistividad del terreno a fin de determinar flujos subterráneos de contaminantes y correlacionar estas alteraciones con las características químicas y físicas del fluido. La utilización de técnicas como los SEV han presentado un enfoque dirigido a la caracterización geológica de áreas de estudio, cuantificación de salinidad de agua contenida en suelos, determinación de contenido de humedad, estimación de profundidad y geometría de niveles freáticos, al contenido de Sólidos Disueltos Totales (SDT) presentes en agua subterránea y su relación respecto a la dinámica de dirección de flujo, teniendo aplicaciones probadas en ubicación, localización de plumas de contaminación originadas por vertederos ubicados en acuíferos alojados en rocas fracturadas y rellenos aluviales. La información contenida en el presente artículo muestra la comparación de tres métodos de interpretación de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) para caracterizar geológica y geohidrologicamente un sitio destinado a la disposición final de residuos sólidos urbanos y especiales, ubicado en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México. Aunado a lo anterior y como avances parciales de interpretación se establecen puntos con posibles alteraciones de datos de resistividad provocadas por movimientos de aguas o lixiviados en la zona vadosa. Como resultado de la investigación se obtuvo un comparativo de las estratigrafías del área de estudio manejadas por las tres diferentes metodologías de interpretación (Sánchez 2003, Interpex limited 1992, Método de superposición de curvas), como también la geometría de las estructuras geológicas basadas en las curvas de resistividad aparente de los SEV y las secciones geoelectricas donde se detectaron puntos a profundidad donde se presume inicia la aportación lixiviados del RS relacionados a áreas con resistividades bajas. En las metodologías utilizadas para la interpretación de las curvas de resistividad aparente obtenidas de los sondeos eléctricos verticales se adoptaron las curvas obtenidas por medio del programa SEV F.J. Sánchez para

establecer los perfiles adoptados en las modelaciones elaboradas, ya que este programa permite ajustar de manera de ensayo y error la curva de resistividad computada con respecto a los datos de campo y corroborados de manera física con perfiles documentados en trabajos anteriores, que al contrario de las obtenidas por el Resix Plus, las cuales se ajustaban perdiendo la distribución de los datos y en ocasiones omitía datos para lograr el ajuste. En comparación con los datos obtenidos por la metodología de punto auxiliar de superposición mostraba complicaciones en el ajuste de datos con poca exactitud. En lo que respecta a la elaboración de las secciones, estas fueron elaboradas tomando en cuenta los rangos de los valores de resistividad para las litologías propuestas por Freeze y Cherry en el año de 1979.

GGA-24 CARTEL

BIO- ACCUMULATION OR BIO-MAGNIFICATION IN, CORN AND SUGARCANE

Maciel-Fores Roberto, Peña García Laura Elizabeth, Rosas Elguera José, Alatorre Zamora Miguel Angel, Cuellar-Lemus Cecilia Alheli y García Velasco Javier
Universidad de Guadalajara
 romacielf@hotmail.com

In the upper part of the Ameca Basin, located within the states of Jalisco and Nayarit, a water analysis of the Ameca River used on crops, which is partially geothermal water, was conducted in December 2013, considering the following standards NMX -AA- 005- SCFI -2000, EPA - 6010B, NMX -AA- 026- SCFI- 2001 NMX -AA- 008- SCFI -2000 and NMX NMX -AA -AA -058 -30- SCFI -2001 -SCFI -2001. Arsenic (0.0798 mg / L), boron (4.532mg / L) and Phosphorus (0.7995mg / L) were found in the water among other items. In order to determine whether these elements are present in the cultures of the area, nine samples taken in the field were analyzed by different techniques, used compost, soil, corn and sugarcane. To determine whether bio- accumulation or bio- magnification of the above, at the level of nanoparticles, electron microscope elements scanning (JSM-6610 in the Centro de Instrumentación Transdisciplinaria y de Servicios de la Universidad de Guadalajara), was used in the samples collected. For each sample, three different quadrants of on thousand μm^2 magnified up to 50 $\times$ m, were performed, so that in the 27 analysis the presence of food items listed in the area irrigated with such water was not found. Using a scanning electron microscope, can help determine if a food has substances that can be harmful to the health of the consuming population. In this case it was shown that no bioaccumulation or bio-magnification exists in crops.

GGA-25 CARTEL

GEOLOGÍA DEL MANANTIAL OJO DEL DIABLO, VILLA AHUMADA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Rocha-Navarro Raúl Arturo, Reyes-Cortés Ignacio
 Alfonso, De la Garza Aguilar Rodrigo y Franco-Rubio Miguel
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
 rocha1.mn@gmail.com

El levantamiento geológico del área del manantial Ojo del Diablo, conocido localmente como Ojo Caliente, se ubica dentro del Ejido Anexos de Villa Ahumada en el municipio de Villa Ahumada, Chihuahua, México. La investigación se hizo para determinar el espesor de las capas de sedimentos lacustres que bordean el apósis del intrusivo granodiorítico que aflora en medio del lago. Incluye la interpretación del relieve, las anomalías y propiedades físicas del suelo colindante al manantial "Ojo del Diablo". El estudio completo tiene como objetivo la identificación de un nicho o refugio que cumpla con los requerimientos de un hábitat para *Cyprinodon fontinalis* (también conocido como Cachorrito de Carbonera). El *Cyprinodon fontinalis* está en riesgo de extinción, actualmente solo se le ha identificado en uno de los lagos dentro de la misma área del lago del Diablo al sur poniente de Villa Ahumada. El manantial en sí, forma parte de un acuífero fracturado, alojado en una estructura de falla que llega hasta la superficie del terreno. El manantial Ojo del Diablo emerge en el extremo poniente del afloramiento de rocas tipo skarn. El manantial construyó una estructura de caliche que sobresale del barreal del lago (ahora seco), por más de 20 metros. La isla está formada por el caliche precipitado del manantial, los sedimentos de "playa lake" asociados al hidrotermalismo que emerge por la brecha de falla. Aunque las rocas solo afloran a más de 100 m del manantial, se considera que el caliche se encuentra asociado a las rocas calcáreas, el skarn y las rocas intrusivas. Los sondeos eléctricos verticales (SEV's) muestran una baja resistividad debido a las altas concentraciones de salitre, así mismo a la alta permeabilidad de las capas subyacentes de los depósitos eólicos. Los datos de la magnetometría indican anomalías diferentes a la carta Geofísica 638_H13_A64_GF debido a la escala y precisión de la misma. Los resultados de laboratorio indican que el agua es dura, con altas concentraciones de sodio, sulfatos y una alta conductividad eléctrica. Sin embargo, se considera un sitio apropiado para albergar el refugio natural para el *Cyprinodon fontinalis* porque el manantial se mantendrá activo a través de las sequías.

GGA-26 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA-GEOFÍSICA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL PRADOS DE LA MONTAÑA: HACIA UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO

Bücker Matthias¹, Villanueva Estrada Ruth Esther², Flores Orozco Adrián³, Rocha Miller Roberto⁴, Pita Carlos⁵ y Kemna Andreas¹

¹Universidad de Bonn, Alemania

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

³Viena Universidad de Tecnología, Austria

⁴RESINERGIA SAPI de C.V.

⁵GEOTEM Ingeniería S.A. de C.V.

buecker.matthias@yahoo.de

Los sitios de disposición final (SDF) constituyen una fuente importante de metano que puede ser utilizada como una fuente de energía alternativa y reducir las emisiones contaminantes por el uso de combustibles fósiles. El presente estudio forma parte del proyecto Laboratorio Nacional para el Estudio del Biogás de los SDF y su Potencial Energético (LANABI) que pretende aprovechar las oportunidades en la utilización del biogás, así como permitir la investigación de los procesos que controlan la metanogénesis en el SDF Prados de la Montaña (PM). Aquí se presentan los primeros resultados de mediciones de tomografía eléctrica y de polarización inducida (PI) realizadas en el SDF PM, que muestran la capacidad de los métodos eléctricos para delinear la geometría de los desechos sólidos, los lixiviados y la roca encajonante. En particular, las imágenes de PI muestran anomalías, que pueden estar vinculadas con cambios en la composición de los residuos depositados (contenido de metales, material orgánico biodegradable), variaciones en los niveles de saturación, en la composición química del agua subterránea, y posiblemente debido a variaciones en la cantidad de gas atrapado en el subsuelo. Las anomalías observadas en las imágenes geoelectricas se interpretan con basa a mediciones in-situ de las emisiones difusivas de biogás a través de la capa sello así como los resultados de un monitoreo de la composición del biogás que se realizó en los cabezales de los 112 pozos de extracción de biogás instalados en el sitio. Los resultados preliminares de ambas mediciones geoquímicas se presentan en forma de mapas de composición y flujo de biogás. Nuestros resultados muestran que el trabajo en conjunto de las dos disciplinas en éste proyecto permite reducir las incertidumbre en el modelado del potencial energético de los SDF.

GGA-27 CARTEL

TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS RESISTIVAS PARA CARACTERIZACIÓN DE PLUMA DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

Dena Ornelas Oscar Sotero, Rodríguez Castanon Oscar Alfredo y Monreal Arvizu Isaias
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ
 osdena@gmail.com

Se llevaron a cabo líneas de Tomografías Eléctricas Resistivas (TER) además de modelos de cargabilidad con polarización inducida (IP) en la zona desértica conocida como Médanos de Samalayuca situada a 50 km al sur de Cd. Juárez, en el estado de Chihuahua. Los tendidos TER's se realizaron paralelos a las vías del ferrocarril, en la cual, la zona de estudio se vio afectada por un derrame de combustóleo ocasionado por un accidente ferroviario y la empresa implicada, FERROMEX, ha realizado remediaciones en el sitio, por lo que se buscó corroborar dicha remediación en la zona, y por medio de la medición de la resistividad, discriminar entre diferentes litologías, entre litologías contaminadas y no contaminadas. Sin embargo, aun y cuando la técnica es factible, es necesario precisar un umbral entre los rangos asociados con materiales contaminados y limpios. En este estudio, la determinación de los umbrales de resistividad para discriminar entre los rangos resistivos asociados con diferentes litologías y con contaminación por hidrocarburos, se realizó mediante la interpretación de los contrastes de las propiedades eléctricas del subsuelo para determinar puntos de posible contaminación y filtración de hidrocarburos hacia el acuífero. Además la estratigrafía del área afectada es arena en su mayoría, por lo que se buscan paquetes de arcillas o limos que pudieran actuar como sello estratigráfico y ayudar a frenar el avance del combustóleo hacia el acuífero, el cual se encuentra a una profundidad relativamente baja.

GGA-28 CARTEL

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE EPT'S EN LOS DISTRITOS MINEROS DE TLALPUJAHUA-EL ORO Y GUANAJUATO POR MEDIO DE FRX Y SU RELACIÓN CON PARÁMETROS MAGNÉTICOS (X) Y FÍSICO-QUÍMICOS.

Díaz Agüero Doris Arlette¹, Hernández-Bernal María del Sol²,
Morales Juan³, Corona Chávez Pedro⁴ y Ramos-Arroyo Yann René⁵

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia

³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁴Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

⁵Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato
arlech90@gmail.com

El valor de la susceptibilidad magnética (?) en los materiales geológicos depende principalmente de la cantidad de los materiales ferro – ferri magnéticos en una muestra (Verosub y Roberts, 1995). Así, entre otra información, las mediciones de susceptibilidad magnética proporcionan una estimación rápida y sencilla sobre los contenidos de hierro (concentración de Fe) en una muestra. Por otra parte, es conocida la afinidad de ciertos elementos potencialmente tóxicos (EPT's) con el Fe. Esta afinidad es aprovechada para la identificación y estimación de la concentración de los EPT's en un depósito de desechos mineros (jales). En este trabajo se ha observado que los valores de ?, pH y concentración elemental están fuertemente relacionados. Se propone un método que permite estimar la concentración de Pb y As de forma indirecta, rápida y económica utilizando estos parámetros determinados in situ y en laboratorio para la identificación de regiones con valores altos de concentración y, en consecuencia, riesgosos para la salud. Se presentan los datos de los estudios realizados en los distritos mineros de Tlalpujahua - El Oro y Guanajuato. Los valores obtenidos varían desde 17 hasta 448 ppm para el Pb y desde 3 hasta 74 ppm para el As en el DMOT, y desde 2 hasta 590 ppm para el Pb y desde 0 hasta 90 para el As en Guanajuato. Los valores de susceptibilidad magnética son relacionados con las curvas termomagnéticas y de histéresis para reconocer las principales fases magnéticas asociadas a los depósitos de jales, así como para estimar el tamaño de grano de las partículas magnéticas. Este trabajo fue apoyado con recursos del proyecto PAPIIT-IA102413.

GGA-29 CARTEL

BARRERA GEOQUÍMICA DE CARBONATOS PEDOGÉNICOS.

Rivera Uria María Yazmin, Romero Francisco y Sedov Sergey
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
petuzza@gmail.com

El objetivo de las barreras geoquímicas es crear condiciones químicas que promueven la reducción de los contaminantes, generando condiciones reductoras precipitando metales tóxicos de los drenajes ácidos. Las barreras más estudiadas son los humedales artificiales, barreras reactivas permeables y las calizas. En el caso de la caliza (CaCO₃) tiene una alta capacidad de poder neutralizar la acidez y precipitar los elementos potencialmente tóxicos, sin embargo no han sido estudiado los carbonatos de origen pedogenético que se desarrollan en ambientes semiáridos. El objetivo del trabajo es presentar los primeros resultados de la evaluación de carbonatos de origen pedogénico como barrera geoquímica en la neutralización de los drenajes ácidos de mina y compararlos con las calizas que son excelentes neutralizadoras. La metodología empleada fue moler tanto el suelo como la caliza y tamizarlos por malla del no. 200 (apertura 0.074mm). Se realizaron pruebas cinéticas de neutralización con drenajes ácidos tomando las relaciones 1:20 y 1:2.5 tanto del suelo como de la caliza con tres repeticiones cada uno. Se midió el pH inicial y se inició una agitación a 200 rpm y cada 24 horas se realizaron lecturas de pH hasta obtener una estabilización del mismo y detener la agitación tomando la última lectura. Las muestras se filtraron con membrana de nitrocelulosa con apertura de 0.45 µm y fueron refrigeradas para que posteriormente se midieran las concentraciones de metales a través de ICP-AES, cationes y aniones por cromatografía líquida. Los resultados mostraron que el pH inicial del drenaje ácido fue de 2 y cuando entro en contacto tanto en el suelo como en la caliza el pH incremento desde 7.4 hasta 7.6 siendo neutros a ligeramente básicos. Con estos valores de pH se pudieron retener en su totalidad o bajar las concentraciones de los iones metálicos como Cd, Ni, Zn y Si y estar por debajo LMP de acuerdo a la NOM-001- SEMARNAT-1996. Se puede concluir en esta etapa que a pesar de que los suelos carbonatados presentan un potencial de neutralización menor que la caliza su capacidad de neutralizar y precipitar a los EPT es igual de eficiente que la caliza.

GGA-30 CARTEL

ESTUDIO METALOGENÉTICO DEL YACIMIENTO DE GUAYNOPA MUNICIPIO DE MADERA CHIHUAHUA: HACIA UNA TIPOLOGÍA DE YACIMIENTO DEL TIPO IOCG.

Gutiérrez Eric y González Eduardo
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
geo.egutierrez@gmail.com

El objetivo de este estudio es definir la tipología del yacimiento de Guaynopa, municipio de Madera Chihuahua, además de comprender su origen, evolución y relación geológico- tectónico. Los motivos de este estudio es conocer las características y distribución de este tipo de yacimientos en México. La realización de estos estudios se ejecutó dentro de la provincia geológica de la Sierra Madre Occidental, en el límite del Estado de Chihuahua con Sonora México a ± 40 Km al Norte de la mina de Dolores. Guaynopa forma parte de la gran anomalía de cobre y oro que se extiende desde los Estados Unidos pasando por Milpillas, Cananea y La Caridad, y está directamente relacionada a cuerpos intrusivos de composición generalmente granodiorítica que afloran en un área de ± 15km² con edades de 92.4 ± 0.5 Ma y 89.1 ± 0.7 Ma y que afectan a calizas del Cretácico, lo que propicia la generación típica de mineralización: Mantos, vetas y disseminados de oro asociado a cobre y óxidos de hierro, lo que define una tipología composicional denominada IOCG en Guaynopa.

GGA-31 CARTEL

IDENTIFICACIÓN DE FORMACIONES KÁRSTICAS MEDIANTE TECNOLOGÍA LIDAR: ISLA DE COZUMEL, MÉXICO.

Zapi Salazar Norma Angélica¹ y Frausto Oscar²
¹Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM
²Universidad de Quintana Roo, UQROO
angiezapi@gmail.com

La Isla de Cozumel es de génesis caliza y arrecifal, lo cual acompañado con elementos climáticos, da origen a formaciones kársticas. Se cuenta con registros de las formaciones existentes en la zona de estudio, que se obtuvieron mediante trabajo de campo y archivos documentales; sin embargo, no se tiene una base de datos actualizada y completa, por ello se pretende emplear un método indirecto a través de imágenes LiDAR (light detection and ranging) para su identificación y cartografía. Como insumo principal se utilizó un mosaico de imágenes LiDAR de terreno, al que posteriormente se le aplicaron filtros de sombreado, altimetría y pendiente con la finalidad de facilitar la identificación espacial de las formaciones kársticas. Para dicha identificación, se tomó en cuenta la distribución de los píxeles con base en su valor de altitud; se buscaron los grupos que presentaban valores en orden ascendente del centro a las orillas, ya que esta característica nos indica que se trata de depresiones. Además, se realizó una interpretación visual en donde el criterio de identificación fue la forma geométrica de dichos grupos. Posteriormente, se generó una capa de información para registrar las formas identificadas, las cuales se representaron como puntos. Finalmente, se realizó una comparación con la base de datos existente. Los registros previos muestran un total de 37 formas kársticas, mientras que con la manipulación del modelo LiDAR se logró la identificación de 109 formas; al comparar estos datos se encontró que ninguna de las formas marcadas coincide con los registros previos; sin embargo, 3 de ellos presentan una variación de menos de 15 metros, lo cual puede deberse a que se trata de áreas y se hace referencia a una misma forma. Adicionalmente, se encontraron 3 registros dentro de un intervalo de 100 a 150 metros de distancia del punto muestreado con LiDAR, dicha variación puede explicarse como un error en la toma de coordenadas vía GPS, lo que al final se comprueba realizando una visita a campo. La concentración de formas kársticas es predominante en el sureste de la Isla de Cozumel. Esta investigación se deriva del proyecto Agua y fenómenos hidrometeorológicos extremos del CONACYT-REDESCLIM.

Sesión Regular

Geomagnetismo y paleomagnetismo

Organizadores:

Edgardo Cañón

Juan Morales

Roberto Molina

GEOPAL-1

ESTUDIO DE LA POSICIÓN DE LOS POLOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE LA VARIACIÓN SECULAR DURANTE EL CRETÁCICO

Cervantes Solano Miguel¹, Gogichaishvili Avto², Mena Mabel³,
Alva Valdivia Luis Manuel⁴, Morales Juan⁵, Cejudo Ruiz Fredy
Rubén², Soler Arechalde Ana María¹ y Urrutia-Fucugauchi Jaime⁵

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Campus Morelia

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geofísica Daniel Valencio, Universidad de Buenos Aires

⁴Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

⁵Instituto de Geofísica, UNAM

miguel_cervantes@enesmorelia.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio paleomagnético y de magnetismo de rocas realizado en rocas provenientes del enjambre de diques del Cretácico Temprano localizado en Ponta Grossa al Sur de Brasil. Estos diques están ampliamente distribuidos sobre una extensa área de fácil acceso y registran fielmente el campo geomagnético a momento de la erupción; la mayoría de ellos no presenta alteraciones y se les ha determinado la edad mediante métodos radiométricos de K-Ar y Ar-Ar. Los experimentos de termomagnéticos sugieren la presencia de titanomagnetita baja en titanio como la principal portadora de remanencia y su estructura de dominio está caracterizada por una mezcla de granos de dominio sencillo con granos multi dominio. Se obtuvieron las direcciones paleomagnéticas características en 28 de los 29 sitios (235 núcleos paleomagnéticos estándar). 17 sitios muestran polaridad normal, 10 sitios tienen polaridad inversa y un sitio presenta una dirección oblicua con inclinación negativa alejada 79° de las direcciones normales promedio. La prueba de inversión es positiva al nivel del 95% de confianza lo cual nos asegura que la remanencia secundaria fue removida satisfactoriamente y que el muestreo promedia adecuadamente la variación secular. Los valores de parámetros de variación secular obtenidos en este estudio corresponden con los establecidos para el Súper-Crón Normal Cretácico entre los 125 a 84 Ma. La posición del nuevo polo paleomagnético concuerda bastante bien con los polos de referencia proporcionados por Besse y Courtillot (2002) mientras que es sensiblemente diferente a la de los polos reportados en trabajos anteriores. Debido a su alta calidad técnica, estos nuevos resultados podrían considerarse para futuras estimaciones de los polos paleomagnéticos del Cretácico para América del Sur.

GEOPAL-2

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN PALEOSECULAR REGISTRADA EN SECUENCIAS BASÁLTICAS PLIOCENAS: LOS EJEMPLOS DE KORXI Y APNIA (DJAVAKHETI, SUR DE GEORGIA, CÁUCASO)

Sánchez Moreno Elisa María¹, Calvo-Rathert Manuel¹, Gogichaishvili Avto², Vashakidze Goga², Carrancho Angel¹, Villalain Juan José¹, Sologashvili Jemal¹ y Morales Juan²

¹Departamento de Física, Universidad de Burgos, España

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

³Alexandre Janelidze Institute of Geology – I. Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

⁴Caucasus International University, Chargali St. 63, 380192 Tbilisi, Georgia
emsanchez@ubu.es

Las rocas volcánicas permiten un registro preciso y continuo del campo magnético terrestre mediante la adquisición de magnetización termorremanente durante su enfriamiento en presencia del mismo. Gracias a los datos paleomagnéticos, y de paleointensidad podemos conocer las variaciones, en dirección e intensidad, que sufre dicho campo magnético con el tiempo. En esta contribución se presenta el estudio de la variación secular registrada en dos secuencias volcánicas plio-pleistocenas situadas al este de la región de Djavakheti, en el Cáucaso Menor (Sur de Georgia). Se han analizado 47 coladas basálticas en total, de las cuales 20 pertenecen a la secuencia de Apnia y 27 a la secuencia de Korxi. Dataciones realizadas mediante el método K-Ar en el Laboratorio de Isótopos del IGEM de la Academia de Ciencias Rusa asignan edades entre 3.09±0.10 Ma y 3.70±0.20 Ma a las coladas de la secuencia de Apnia (Lebedev, 2008) y entre 3.00±0.20 Ma y 1.09±0.20 Ma a la de Korxi (Lebedev, com. personal). Los experimentos de paleomagnetismo y de magnetismo de las rocas se han llevado a cabo en el laboratorio de paleomagnetismo de la Universidad de Burgos con una Balanza de Translación de Campo Variable (MMVFTB), un magnetómetro superconductor 2G con sistema desmagnetizador por campos alternos y un desmagnetizador térmico TD48-DC (ASC). Los experimentos de magnetismo de rocas permiten conocer los minerales portadores de la magnetización y su estabilidad térmica y tamaño de grano. Se pueden distinguir 4 tipos de curvas termomagnéticas: a) Tipo H: Curvas reversibles y magnetita como portador de la remanencia; b) Tipo H*: Similar a H, pero con un comportamiento irreversible; c) Tipo L: Curvas irreversibles con una sola fase y temperatura de Curie baja, que corresponden a titanomagnetita con mayor contenido en titanio. En la curva de enfriamiento sólo se reconoce magnetita; d) Tipo F: Curvas irreversibles con dos fases ferrimagnéticas en la curva de calentamiento, una baja y una alta (titanomagnetita, baja en titanio) y una única componente en la curva de enfriamiento que muestra magnetita. Los parámetros de la curva de histéresis sugieren un comportamiento pseudomonodominio (PSD) en la mayor parte de las muestras, que se puede interpretar en términos de mezcla de granos

monodominio (SD) y multidominio (MD). A partir de los datos paleomagnéticos obtenidos mediante desmagnetización térmica y por campos alternos se ha obtenido la magnetización remanente característica (ChRM) de todas las coladas. En la mayoría de las muestras se observa una única componente paleomagnética que define la dirección del campo magnético antiguo. Hacia la base de la secuencia de Korxi la magnetización muestra una polaridad normal que cambia a transicional e inversa mas a techo. Apnia presenta polaridades transicionales en general, con algunas coladas de polaridad inversa. Por último, se ha analizado el comportamiento de la variación secular. Para ello se ha calculado la dispersión de la variación paleosecular (PSV) de los polos virtuales geomagnéticos (VGPs), tomando un ángulo de corte de 45° para diferenciar entre variación secular y direcciones intermedias de polaridad.

GEOPAL-3

APLICACIÓN DE ANÁLISIS BOOTSTRAP A LAS DIRECCIONES PALEOMAGNÉTICAS DE CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO PARA LOS ÚLTIMOS 5 MA.

García Ruiz Rafael¹, Gogichaishvili Avto¹, Morales Juan¹ y Pavón-Carrasco Francisco Javier²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Dept. Física de la Tierra I, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense
asrael.rafael@gmail.com

Las paleodirecciones y intensidad de los flujos de lavas proporcionan información relacionado con la variabilidad de campo geomagnético lo cual esta relacionado con las condiciones en el núcleo líquido de la Tierra y con los límites entre el núcleo y el manto. En este trabajo, presentamos el análisis de los datos direccionales muestreados de la zona centro y occidente de México, recolectados de una serie de artículos publicados hasta el momento. Solo se usan los datos de alta calidad, polaridad estable en su mayoría con inclinación, declinación y los que cuentan con su edad respectiva, fechados por el método 40Ar/30Ar. El objetivo es obtener curvas preliminares de variación paleosecular (PSV) para últimos 5 Ma en definidos intervalos. Se utiliza el método de Bootstrap para la construcción de la curva, utilizando B-splines cúbicos en el tiempo. Como aportación adicional en este trabajo se realizo un muestreo de lavas asociadas al complejo volcánico de Colima (CVC). Con un total de 16 sitios, 151 muestras, con sus respectivas edades, que oscilan entre lo 30 ka a los 300 ka.

GEOPAL-4

PALEOMAGNETISMO DE FLUJOS VOLCÁNICOS JÓVENES DE LA ZONA DE LOS HUMEROS, PUEBLA.

Juárez Erick y Böhnert Harald N.

Centro de Geociencias, UNAM

erickja@geociencias.unam.mx

El centro volcánico de Los Humeros, Puebla, ubicado en el Cinturón Neovolcánico Mexicano, cuenta con una historia eruptiva antigua de alrededor ~ 0.46 Ma (Ferriz 1984). Estudios geológicos registran una actividad reciente de alrededor de cuatro mil años. Describen las diferentes estructuras volcánicas y depósitos asociados que forman el conjunto volcánico, que fue construido sobre las calizas del Cretácico y del Terciario rocas intrusivas de composición sienítica. (Rodríguez 2005). Este trabajo presenta los primeros resultados de un estudio paleomagnético y de propiedades magnéticas de tres flujos de lava jóvenes donde se obtuvieron siete sitios, cercanos al sitio arqueológico de Cantona. Se presentan las direcciones paleomagnéticas, basadas en experimentos de desmagnetización con campos magnéticos alternos, así como datos de propiedades magnéticas. Estos permiten comparar los diferentes flujos y sugerir si fueron emplazados contemporáneamente o no. Para flujos con edad conocida el registro paleomagnético servirá para ser incluido en curvas de la variación secular. Las direcciones de flujos de edad desconocida se utilizaran para intentar un fechamiento paleomagnético.

GEOPAL-5

NUEVOS RESULTADOS ARQUEOMAGNETICOS OBTENIDOS EN EDIFICIOS HISTÓRICOS DE BUENOS AIRES Y REEVALUACIÓN DE DATOS REGIONALES

Gogichaishvili Avto y Morales Juan

Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
avto@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los estudios de investigaciones arqueomagnéticas y de magnetismo de rocas de muestras obtenidas en edificios históricos de la ciudad de Buenos Aires, la cual se encuentra ubicada en el corazón de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur. Las muestras consisten en ladrillos, tejas, chimeneas y cerámicos, considerados materiales aptos para este tipo de estudios. Las edades son obtenidas a partir de documentos históricos, las que son complementadas con datos arqueológicos. Se obtienen determinaciones confiables de intensidad, a partir de 18 de las 26 muestras analizadas. Los valores de arqueointensidad media obtenidas para el sitio varían entre 28.5 a 43.5 ?T, mientras que los valores del Momento Virtual Dipolar Axial (VADMs, por su sigla en inglés) se encuentran

entre 5.3 y 8.04 1022 Am². La mayoría de las determinaciones obtenidas en el presente estudio muestran un notorio acuerdo con los valores predichos por el modelo CALS10k.1b .

GEOPAL-6

ES EL MATERIAL ARQUEOLÓGICO CONOCIDO COMO BAJAREQUE UN ELEMENTO FIABLE PARA LOS ESTUDIOS DE ARQUEO INTENSIDAD?

Teran Guerrero Anuar Gabriel¹, Gogichaishvili Avto², Morales Juan², Esparza López Rodrigo³ y Soler Arechalde Ana María²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³El Colegio de Michoacán

anuarteran@ciencias.unam.mx

Los artefactos arqueológicos fabricados con arcillas cocidas contienen una fracción de minerales magnéticos. Al ser horneados esto les permite adquirir una remanencia magnética térmica, la cual es proporcional a la intensidad y dirección que tenía el campo geomagnético al momento de su cocción y enfriamiento. La intensidad de campo geomagnético existente al momento en el cual una pieza arqueológica de cerámica adquirió su remanencia, puede ser determinada comparando sus parámetros magnéticos con aquellos registrados a partir de otros materiales para los cuales ya se determinó esto. Además si se tiene un registro que cubre un periodo temporal de datos que provengan de la misma región geográfica se puede construir una curva maestra o curva de referencia con la cual se puede asignar una fecha de cocción a la pieza cerámica estudiada. Para recuperar la intensidad de campo geomagnético antiguo se lleva un experimento termo magnético mejor conocido como experimento de Thellier y Thellier modificado por Coe. En México existen muchos sitios arqueológicos, sin embargo, los estudios arqueomagnéticos son escasos. A pesar de la carencia generalizada de muestras halladas in situ con el registro de una magnetización termorremanente, los estudios de arqueointensidad tienen la particularidad de que no se requiere material orientado para su realización, siendo entonces útiles para tal efecto los objetos de cerámica horneada. La tradición Teuchitlán representa el primer experimento que se conoce de un estilo de vida civilizado en el Occidente de Mesoamérica que pudo haber comenzado en el 1000 a.C. Un siglo antes de la era cristiana alcanzó un alto nivel de complejidad en la organización social, caracterizado por un estilo arquitectónico complejo y de carácter formal, el cual consiste en edificios en forma de círculos concéntricos que frecuentemente alcanzan dimensiones monumentales además de las tumbas de tiro características de este sitio arqueológico. Se presentan aquí los resultados de mediciones sistemáticas de arqueointensidad empleando el experimento de Thellier y Thellier modificado por Coe, efectuadas en un material denominado Bajareque, el cual corresponde a un método constructivo característico del sitio arqueológico, en el cual se levanta una empalizada y se rellena con arcilla mezclada con agua y paja, y se prende fuego a la empalizada, obtenido del sitio Arqueológico de Guachimontones de Teuchitlán en el estado de Jalisco. Se obtuvieron curvas continuas de susceptibilidad contra temperatura, que indican que en algunas muestras los portadores de la magnetización son titanomagnetitas pobres en titanio. Otros casos mostraron dos fases ferrimagnéticas, cuya temperatura de Curie es compatible con titanomagnetitas tanto pobres como ricas en titanio. Los efectos de la anisotropía de magnetización termorremanente y de la tasa de enfriamiento sobre la adquisición de la intensidad de TRM se estudiaron en estas muestras, generando factores para corregir los valores de arqueointensidad. Los datos presentados en el marco de este estudio contribuyen a conocer mejor las variaciones de intensidad de campo geomagnético de la región para en un futuro próximo formar parte de curva de referencia de esta variación y así consolidar la herramienta de datación directa que representaría dicha curva.

GEOPAL-7

ESTUDIO DE PROCEDENCIA DE BANCOS LOCALES DE ARCILLAS POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y FRX: CASO DE ESTUDIO DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS DE LA BAJA CUENCA DEL RÍO PARANÁ INFERIOR, ARGENTINA

Morales Juan¹, Loponte Daniel², Gogichaishvili Avto¹ y Acosta Alejandro²

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, CONICET, Argentina
jmorales@geofisica.unam.mx

Estudios arqueológicos han sugerido el antiguo comercio de productos entre diferentes culturas mesoamericanas basados en similitudes entre firmas estilísticas o desde el punto de vista técnico y tipológico de la alfarería. Asimismo, diferentes estudios arqueomagnéticos realizados en cerámicas mesoamericanas han mostrado cierta correlación entre diferentes culturas basados en las propiedades magnéticas de las cerámicas analizadas. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio 'multi approach' realizado en alfarería proveniente de sitios arqueológicos ubicados en la baja cuenca del río Paraná inferior, Argentina. Los contextos arqueológicos fueron generados por grupos cazadores-recolectores complejos, con una alta dependencia de la pesca y del consumo de vegetales. También se incluyeron para este análisis alfarería producida por grupos horticultores

amazónicos, históricamente conocidos como guaraníes, que colonizaron esta misma área unos 300 años antes del arribo de los primeros navegantes europeos a América. La antigüedad de las muestras corresponde al bloque cronológico 2000-500 años C14 AP. Toda la alfarería incluida en este estudio ha sido empleada con fines domésticos. Los estudios tecnológicos basados en los cortes delgados sugieren que los tres linajes arqueológicos identificados utilizaron los mismos bancos locales de arcillas. Los estudios de las pastas basados en la caracterización magnética y el análisis composicional por FRX ayudan a comprender si ha habido una selección de diferentes bancos de arcillas y/o una construcción cultural distinta según cada linaje arqueológico identificado. Las alfarerías analizadas en este trabajo fueron recuperadas en excavaciones sistemáticas realizadas como parte de proyectos de investigación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

GEOPAL-8

REGISTRO DE INVERSIÓN GEOMAGNÉTICA BRUHNE-MATUYAMA EN PALEOSUELO DE LA BARRANCA DE TLALPAN (CENTRO DE MÉXICO)

Soler Arechalde Ana María, Gogichaishvili Avto, Sedov Sergey, Ortega Guerrero Beatriz y Solís Castillo Berenice
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
anesoler@geofisica.unam.mx

EL perfil localizado (19 ° 27'54 " N, 98 ° 18'37.2 " W) en el estado de Tlaxcala, tiene más de 15 m de espesor y contiene 7 paleosuelos, sepultados por un suelo Holocénico que contiene cerámica y artefactos prehispánicos. Morfológicamente los suelos están agrupados en tres unidades: Unidad Gris (30-303 cm) debajo del suelo moderno y consiste de 2 Luvisoles Estagnos identificados como P1 y P2. Dos dataciones por radiocarbono fueron obtenidas de la parte superior de la secuencia, una de humus del P2 (>33,595 a) y una de datación de concreciones de CaCO₃ del P1(1310 +/-35 a). La Unidad Parda (303-1168 cm), con tres Luvisoles Háplicos, no se pueden efectuar dataciones debido a la ausencia de humus y carbonatos. La unidad Roja (1168-1528 cm) con 2 Luvisoles crómicos P6 y P7. Es en el paleosuelo P6 (1238-1393 cm) donde se observa el cambio de polaridad. Se obtuvo una datación K/Ar de rocas volcánicas subyacentes al P7 de 0.9 +/- 0.3 Ma. La secuencia fue estudiada previamente con fines paleoclimáticos (Ortega et al., 2004, Sedov et al., 2009, Solís-Castillo, et al., 2012). El estudio se realizó en paleosuelos P5, P6 Y P7, de los que se extrajeron bloques orientados, que en el laboratorio fueron consolidados y submuestreados en cubos de 8 cm³. Las muestras fueron desmagnetizadas mediante Campos alternos hasta 100 mT para obtener sus direcciones características se utilizó análisis de componentes principales. La secuencia comienza a 1153 cm de profundidad en el Paleosuelo 5 y hasta 1301 cm muestra una declinación media de 344° y una inclinación media de 44.4°, con a95 de 4.2°. La inversión comienza con el cambio de la inclinación de 44.4° a -5.1° y de 322.8 a 199.1° en la declinación. Una zona de polaridad intermedia es detectada entre 1319 y 1436 cm, donde hay inclinaciones positivas y negativas, hasta que se estabiliza la inclinación en -24.8°. La secuencia termina entre 1501 y 1523 cm con una dirección media de -44° en inclinación y 168 ° en declinación con un a95 de 9.3°, dando positiva la prueba de dirección reversa. Tomando en cuenta la estratigrafía y las edades radiométricas la transición de polaridad observada probablemente corresponde con la transición Bruhne-Matuyama. Algunas fluctuaciones inestables en las direcciones son observadas previas a la transición que pueden ser interpretadas como precursoras de la inversión, característica observada mundialmente.

GEOPAL-9 CARTEL

REGISTRO DE LA ANISOTROPÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DEL PLUTONISMO DEL BLOQUE JALISCO (ÁREA DE PUERTO VALLARTA): IMPLICACIONES TECTONO-MAGMÁTICAS PRELIMINARES

Badillo Cruz EEdgar Rolando¹, Ruiz Martínez Vicente Carlos², Escalona-Alcázar Felipe de Jesús³, Núñez Cornú Francisco Javier¹ y Córdoba Barba Diego⁴

¹Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

²Universidad Complutense de Madrid, España

³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Zacatecas

⁴Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España
edgarbadillo10@hotmail.com

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar e interpretar la signatura magnética de las rocas ígneas intrusivas del bloque Jalisco a la latitud del batolito de Puerto Vallarta relacionando su evolución desde el Cretácico con el patrón de deformación actual (en el contexto del proyecto multidisciplinar TSUJAL "Caracterización del peligro sísmico y tsunamigénico asociado a la estructura cortical del contacto Placa de Rivera-Bloque de Jalisco"). Se realizó un muestreo en los afloramientos graníticos de la zona de estudio, incluyendo diques asociados, obteniendo unos 200 testigos individualmente orientados en 26 estaciones. Las medidas de laboratorio realizadas incluyen: (i) estudios de magnetismo de rocas en una selección de muestras representativas (determinación de fases magnéticas y temperaturas de Curie mediante curvas termomagnéticas; adquisición gradual de remanencias magnéticas isotérmicas y su desimanciación térmica de tres componentes ortogonales; obtención de los parámetros de histéresis;

experimentos de remanencia a bajas temperaturas; observaciones microscópicas); y (ii) la medida sistemática en todas las muestras y estaciones del tensor de anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) que ha mostrado ser un fiel indicador de la petrofábrica. A diferencia de las rotaciones de bloques encontradas paleomagnéticamente en granitos cretácicos de Baja California, en esta área del bloque Jalisco se ha sugerido previamente la inexistencia de rotaciones de bloques sobre eje vertical significativas con respecto al Cratón de Norteamérica. La interpretación de la fábrica magnética de este magmatismo asociado con la subducción, persigue información cinemática de los procesos de dinámica cortical relacionados con la tectónica regional y su relación con el emplazamiento del magma. El registro de AMS obtenido en el bloque Jalisco, que incluye la relación entre las fábricas magnéticas de los granitos y diques del mismo plutón, se compara con el de batolitos coetáneos de California (EEUU), que ha sido interpretado como sintectónico, inducido tanto por la intrusión como por un evento de deformación en una zona de cizalla dextral.

GEOPAL-10 CARTEL

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y DE MAGNETISMO DE LAS ROCAS DE TRES SECUENCIAS DE LAVA EN LA ISLA DE LA GOMERA, ISLAS CANARIAS, ESPAÑA.

Caccavari Garza Ana¹, Calvo-Rathert Manuel², Gogichaishvili

Avto³, Soler Vicente⁴, Vegas Néstor⁵ y Morales Juan³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Burgos, España

³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁴Estación Volcanológica de Canarias, CSIC

⁵Universidad del País Vasco

anavari@gmail.com

Se presentan los resultados paleomagnéticos y de magnetismo de las rocas de tres secuencias de coladas basálticas ubicadas en diferentes zonas de la Isla de la Gomera, Islas Canarias, España. Las tres secuencias tienen una edad entre 9 y 10 Ma (Ancochea et al., 2006), y corresponden a rocas del Edificio Antiguo, el periodo de actividad volcánica más antiguo en la Isla. En la primera secuencia, secuencia de Alojera se tienen 7 coladas, la segunda, secuencia de Erque, 8 coladas y la tercera, San Lorenzo con 11 coladas muestreadas. Se presentan los resultados de magnetismo de rocas realizados para identificar los minerales portadores de remanencia y su estabilidad paleomagnética: determinación de los parámetros de la curva de histéresis, adquisición de magnetización remanente isoterma (IRM) y medida de curvas termomagnéticas (magnetización inducida y susceptibilidad en función de la temperatura). Teniendo titanomagnetita con diferente contenidos de Titanio como principal portador de la remanencia y un comportamiento multidominio y de dominio simple. Las direcciones paleomagnéticas obtenidas de las tres secuencias estudiadas se comparan con los resultados obtenidos en trabajos previos (Glen et al., 2003; Caccavari et al., en revisión) realizados en otra secuencia basáltica ubicada también en el Edificio Antiguo, en la que se registra una transición de polaridad R-N, buscando analizar la presencia de la transición en estas tres secuencias. Referencias Ancochea E., Hernán, F., Huertas, M.J., Brändle, J.L. & Herrera, R. (2006). A new chronostratigraphical and evolutionary model for La Gomera: Implications for the overall evolution of the Canarian Archipelago. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 157, 271-293 Caccavari, A., Calvo-Rathert, M., Gogichaishvili, A., Soler, V., Huaiyu, H. y Vegas N. (2014). An integrated paleomagnetic, paleointensity and 40Ar/39Ar investigation on a Miocene polarity transition recorded in a lava sequence in la Gomera, Canary Islands. *Geophys. J. Int.* (en revisión) Glen, J.M., Valet, J.P., Soler, V., Renne, P.R. y Elmaleh, A. (2003). A Neogene geomagnetic polarity transition record from lavas of the Canary Islands, Spain: episodic volcanism, and/or metastable transitional fields? *Geophys. J. Int.*, 154, 426-440.

GEOPAL-11 CARTEL

RESULTADOS DE UN ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO REALIZADO SOBRE FLUJOS DE LAVA DEL CRETÁCICO TARDÍO PROVENIENTES DEL BLOQUE JALISCO (OESTE DE MÉXICO)

García Gómez Jorge Homero¹, Cervantes Solano Miguel², Rosas Elguera José³, Gogichaishvili Avto³ y Morales Juan³

¹UNAM, Escuela Nacional de Estudios Superiores, ENES Morelia

²CU Valles, Universidad de Guadalajara

³Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM miguel_cervantes@comunidad.unam.mx

La parte oeste y centro de México está segmentado por algunos sistemas estructurales regionales que unidos conformaban la corteza en el pasado. Los datos paleomagnéticos provenientes del este y oeste de la faja volcánica Trans Mexicana, así como de los terrenos adyacentes, son todavía escasos lo que dificulta el análisis de la evolución tectónica tanto a nivel regional como a nivel local. En este trabajo se presentan resultados de un estudio radiométrico y paleomagnético conjunto realizado sobre lavas del Cretácico tardío, dichos resultados demuestran que la evolución paleotectónica de la parte central-oeste de México está caracterizada por rotaciones del eje vertical. Las direcciones

paleomagnéticas características obtenidas en este estudio pueden considerarse de origen primario (termoremanente) con la presencia de desmagnetizaciones multicomponentes observadas en algunos casos. En términos generales, la polaridad obtenida para los flujos de estudiados es consistente con su posición estratigráfica y con su edad radiométrica correspondiente. La inclinación promedio se ajusta razonablemente bien con la inclinación esperada para el Cretácico Tardío calculada para el cratón de Norte América según los polos de referencia proporcionados por Besse y Courtillot (2002); sin embargo la declinación promedio es bastante diferente a la esperada, lo cual sugiere una posible rotación tectónica en sentido antihorario de al menos 12°. Se pudieron obtener solo once determinaciones aceptables de paleointensidad provenientes de dos flujos basálticos de lava. El momento magnético dipolar obtenido en este estudio es de $4.2 \pm 1.2 \times 10^{22}$ A/m² lo cual representa cerca de la mitad de la intensidad del campo magnético actual.

GEOPAL-12 CARTEL

ESTUDIO DE PALEOINTENSIDAD EN UNA SECUENCIA DE COLADAS VOLCÁNICAS PLIO-CUATERNARIAS EN EL CÁUCASO MENOR, GEORGIA

Caccavari Garza Ana¹, Calvo-Rathert Manuel², Gogichaishvili

Avto³, Vashadikze Goga⁴, Morales Juan³ y Vegas Néstor⁵

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Burgos, España

³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁴Instituto Nacional de Geología, Tbilisi, Georgia

⁵Universidad del País Vasco

anavari@gmail.com

Se presentan los resultados de paleointensidad de una secuencia de 39 coladas de lava de edad Plio-cuaternaria, ubicadas en la en la meseta de Dzavakheti, en el Cáucaso Menor al sur de Georgia. Esta secuencia cuenta estudios previos de magnetismo de rocas y paleomagnetismo, así como con dataciones 40Ar/39Ar que arrojan una edad estimada para la secuencia de 1.72 Ma. Las 39 lavas de la secuencia presentan polaridad inversa. Y al analizar el magnetismo de las rocas se obtiene titanomagnetita como principal portador de la remanencia y tamaño de grano pseudodominio. Se estableció un criterio de preselección de las muestras en el que se toman únicamente las muestras de los sitios que presentan una sola componente en el diagrama de desmagnetización y que presentan curvas termomagnéticas con un comportamiento reversible. Basados en este criterio se seleccionaron 92 especímenes de 15 de las 39 coladas, que fue en las que se llevo a cabo el experimento por el método de Thellier de doble calentamiento como fue modificado por Coe (1967). Se llevan a cabo también experimentos de paleointensidad por el método de multi-especimen para complementar los resultados, y posteriormente se comparan los resultados obtenidos siguiendo ambas metodologías. Referencias Coe, R.S. (1967). Paleointensities of the Earth's magnetic field determined from Tertiary and Quaternary rocks. *J. Geophys. Res.*, 72, 3247-3262.

GEOPAL-13 CARTEL

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO PRELIMINAR DE FLUJOS DE LAVA ASOCIADOS AL COMPLEJO VOLCÁNICO MASCOTA (JALISCO)

Ceja Mariano Blanca¹, Maciel Rafael², Cervantes Solano Miguel²,

Rosas Elguera José³, Gogichaishvili Avto³ y Morales Juan³

¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA

²ENES, Campus Morelia

³Universidad de Guadalajara

rafaelmaciellmx@yahoo.com.mx

Se reportan resultados paleomagnéticos de 18 flujos de lava pertenecientes al Bloque Tectónico Jalisco. Se recolectaron 162 muestras orientadas del Campo Volcánico Mascota en el estado de Jalisco (MVF por sus siglas en ingles). Estos sitios fueron fechados por el método de 40Ar-39Ar y abarcan edades de 2.4 a 0.5 Ma según estimaciones de Ownby et al. (J. Vulcan. Geother. Res., 2008). Se realizaron varios experimentos magnéticos, que incluyen mediciones de susceptibilidad magnética y ciclos de histéresis, así como tratamientos magnéticos mixtos. Estos experimentos indican que la remanencia es portada en la mayoría de los casos por titanomagnetita pobre en titanio. La magnetización remanente primaria para la mayoría de los especímenes se obtuvo usando el tratamiento de Campos Alternos, y en algunos casos térmico. Las paleodirecciones medias son consistentes con las direcciones esperadas y recalculadas desde el cratón Norteamericano. La variación secular, en términos de dispersión angular, es consistente con la esperada de la variación dependiente de la latitud del modelo de McFadden et al. (1991) para los últimos 5 Ma.

GEOPAL-14 CARTEL

PALEOMAGNETISMO, MAGNETOESTRATIGRAFÍA Y ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE LA FORMACIÓN CALTEPEC, SUR DE PUEBLA.

Serrano García Daniel¹, Sierra Rojas María Isabel² y Molina Garza Roberto²¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH²Centro de Geociencias, UNAM

sandafer_jv@hotmail.com

Se presentan resultados de un estudio de estratigrafía, paleomagnetismo y magnetoestratigrafía de una sucesión de lechos rojos del Cretácico Inferior en el municipio de Caltepec, ubicado al sur del Estado de Puebla. La Formación Caltepec (Mendoza, 2010) se encuentra descansando discordantemente sobre los esquistos del Complejo Acatlán y el Granito Cozahuico y consiste de una intercalación de conglomerados matriz soportados, predominantes hacia la base, intercalados con capas tabulares de areniscas gruesas a medias, algunas capas de limolitas y finalmente, hacia la cima, presencia de margas, lutitas y grainstones. Esta sucesión fue depositada en un ambiente de abanico aluvial cercano a la costa y marino marginal. Se levantó una columna estratigráfica a detalle, se realizó conteo de clastos de conglomerado y se recolectaron muestras de clastos de roca volcánica para ser fechados mediante el método U/Pb en circones. La edad obtenida de la Formación Caltepec es más joven que Titiánico, determinada por la edad de la población más joven en circones (153 ± 2 Ma) y comparable a la edad paleontológica de las calizas la Formación La Compañía de Hauteriviano-Barremiano determinada en estudios previos. Los estudios de proveniencia (petrografía de areniscas y clastos de conglomerados) indican erosión de fuentes volcánicas Jurásicas y con una pequeña contribución del basamento Paleozoico. Para los análisis paleomagnéticos se obtuvieron muestras de areniscas de color rojo de grano grueso a medio, en 19 sitios de muestreo distribuidos en 250 m lo cual cubre 2/3 partes de los 410m en la columna estratigráfica levantada en campo, obteniendo un total de 98 especímenes. Se realizaron pruebas piloto por campos alternos en un espécimen por cada sitio lo que permitió determinar que la magnetización reside en hematita. Se procedió luego a la desmagnetización térmica progresiva, calentando las muestras en el desmagnetizador térmico de 100°C hasta 660°C en 22 pasos. Se determinó la presencia de dos componentes de magnetización: Una dirigida al norte correspondiente al campo presente y otra primaria de alta temperatura entre los 600°C y 660°C con inclinación positiva (negativa) y dirigida al NW o (SE). Los sitios de mayor estabilidad de la remanencia tienen una dirección media corregida estructuralmente de $Dec=352.6^\circ$ / $Inc=24.3^\circ$ ($95=8.4^\circ$ y $k=33.8$ y $n=10$). Las direcciones medias son discordantes para el Cratón de Norte América en el Cretácico Inferior (Kent e Irving, 2010), indicando una moderada rotación en el sentido horario. La Magnetoestratigrafía es consistente con depósitos durante el Hauteriviano con una tasa de sedimentación de unos 35m/my.

GEOPAL-15 CARTEL

PALEOMAGNETISMO Y TECTÓNICA DE ROCAS DEL CRETÁCICO INFERIOR EN EL MARGEN SUROCCIDENTAL DE NORTE AMÉRICA.

Montaño Cortés Paola Catalina y Molina Garza Roberto
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
geocatina@gmail.com

El suroccidente de Norte América está integrado por un conjunto terrenos acrecionados cuya composición y origen se encuentra en materia de debate. Estos terrenos en la parte occidental de México son considerados sospechosos y conforman el superterreno Guerrero ubicado en los estados de Sinaloa a Guerrero en el margen continental. El superterreno Guerrero esta compuesto de rocas volcano- sedimentarias del Jurásico Tardío (Titiánico) a Cretácico superior (Cenomaniano), las cuales afloran al occidente de una sutura crítica que lo separa del subcontinente Oaxaquia (Dickinson y Lawton, 1999). Se han realizado varias divisiones en subterrenos pero la más utilizada es definida por Campa y Coney (1983), de occidente a oriente: Zihuatanejo, Arcelia y Teloloapan. En este estudio se realizó un muestreo detallado de rocas del Cretácico Temprano, que posiblemente correspondan a las formaciones Tecatitlán y Tecaltepec, ubicadas en el sub-terreno de Zihuatanejo, en los alrededores de Bahía Chamela y la Isla la Cocina (Jalisco). Las litologías encontradas son flujos volcánicos, flujos de andesitas, basaltos y riolitas junto con ignimbritas, depósitos epiclasticos y brechas volcánicas, las cuales en un marco regional presentan una inclinación de hacia el suroeste y noroeste, con inclinaciones que varían de 26 a 60 grados. De estas unidades se recolectan 33 sitios para paleomagnetismo, 3 muestras para geocronología, petrología y otros estudios. El objetivo es evaluar los modelos paleogeográficos del Cretácico Temprano, por medio del estudio de las Formaciones Tecatitlán y Tecaltepec, para el margen suoccidental de Norte América obtener las paleolatitudes al tiempo del emplazamiento y/o depósito con base en los datos paleomagnéticos, y el realizar análisis de procedencia mediante el análisis de secciones delgadas y fechamiento de circones.

GEOPAL-16 CARTEL

PALEOMAGNETISMO EN ROCAS JURÁSICAS SOBRE BLOQUE OAXAQUIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Nova Rodríguez Giovanni y Molina Garza Roberto
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
gionovar@gmail.com

Reconstrucciones tectónicas para el Jurásico Temprano a Medio de la región ecuatorial de Pangea occidental establecen la presencia de un arco volcánico continental. El registro estratigráfico de este arco en el norte de México se evidencia por la presencia de rocas volcánicas y volcanoclasticas de la Formación Nazas cuya edad U/Pb ha sido reportada en un rango de ~200 a 165 Ma (Lawton & Molina 2014). Contemporáneamente, en la parte nororiental de México se deposita la Formación La Boca compuesta por areniscas y limolitas rojas intercaladas con rocas volcánicas. Posterior a la deposición de las rocas de las formaciones Nazas y La Boca, la unidad que representa los estratos basales de la sucesión fluvio-marina del Jurásico Superior es la Formación La Joya, compuesta por una secuencia granodécreeciente de conglomerados basales, seguida por areniscas rojas, limolitas y lodolitas (Barbosa-Gudiño, 2012). Si bien, las relaciones estratigráficas y las edades de las rocas asignadas al Jurásico Inferior y Medio se conocen con relativamente buen detalle gracias a estudios publicados en el último lustro, aun persiste el debate sobre su paleogeografía, y en particular su posición paleolatitudinal en las reconstrucciones paleogeográficas que se hacen sobre el arco Nazas y el posterior sistema de rift continental desarrollado sobre este arco. El presente trabajo muestra resultados paleomagnéticos preliminares sobre rocas de la Formación Nazas, muestreada en el área del Anticlinorio de la Trinidad, Charcas, San Luis Potosí. Se colectaron 11 sitios de una secuencia de andesitas, basaltos andesíticos, brechas volcánicas, depósitos epiclasticos e ignimbritas que afloran en el arroyo de San Antonio. La edad de ~176 Ma de la secuencia fue establecida por un fechamiento U-Pb de una ignimbrita (Zavala et al., 2012). Las muestras responden bien a desmagnetización por campos alternos, con un comportamiento casi univectorial definiendo magnetizaciones de polaridad dual dirigidas al NE de inclinación somera. Las direcciones paleomagnéticas permitirán evaluar modelos paleogeográficos para el subcontinente Oaxaquia en el Jurásico.

GEOPAL-17 CARTEL

ABSOLUTE GEOMAGNETIC PALEOINTENSITY DETERMINATION ON MIO-PLIOCENE AND HISTORICAL LAVA FLOWS FROM LANZAROTE (CANARY ISLANDS, SPAIN) USING CONVENTIONAL THELLIER-TYPE AND MULTISPECIMEN APPROACHES

Calvo Manuel¹, Morales Juan², Carrancho Angel¹ y Gogichaishvili Avto²¹Universidad de Burgos, España²UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA
mcalvo@geofisica.unam.mx

A full battery of Rock-magnetic experiments were carried out in order to select the most suitable samples for paleointensity experiments on sixteen Miocene, Pliocene and historical basaltic lava flows from Lanzarote (Canary Islands, Spain). They consisted of measurement of thermomagnetic curves (JS-T), hysteresis parameters and isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves. The characteristic components of the natural remanent magnetization recorded by the lavas were able to be determined in 15 flows, which show normal polarity. Thellier-type paleointensity determinations were performed with the method proposed by Coe (1967), while multispecimen paleointensity determinations were carried out using the method proposed by Dekkers and Bönnel (2006). Results obtained by both methods are compared and discussed.

GEOPAL-18 CARTEL

CONTRIBUCIÓN A LA FLUCTUACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA DURANTE LOS ÚLTIMOS 5 MA – NUEVOS RESULTADOS DE VOLCÁN TANCITARO Y LAVAS DE NUEVA ITALIA (MICHOCÁN)

Estrada Sánchez Hurendi¹, Maciel Rafael¹, Cervantes Solano Miguel², Gogichaishvili Avto³ y Morales Juan¹
¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA
²ENES, Campus Morelia
avto@geofisica.unam.mx

Reportamos nuevos resultados paleomagnéticos de unidades de enfriamiento independientes pertenecientes al volcán Tancitaro (Campo Volcánico Michoacán- Guanajuato) en el occidente de México. Todos los sitios están fechados por el método radiométrico de Ar-Ar y las edades van desde 3.8 Ma hasta la actualidad. Las paleodirecciones características son prácticamente indistinguibles de la paleodirección esperada para el Plio-Cuaternario, como la obtenida del polo de referencia para el cratón norteamericano. La variación paleosecular se estimo a través de estudiar la dispersión del polo geomagnético virtual comparado con la nueva compilación de Johnson et al. (2008) para los últimos 5 Ma.

Estos nuevos datos, en combinación con los de otras lavas radiométricamente fechadas provenientes de la Faja Volcánica Trans-Mexicana, ofrecen más de 100 lecturas independientes de campo magnético terrestre, obteniendo así el registro paleomagnético mas completo hasta ahora conocido para el Plio-Quaternario.

GEOPAL-19 CARTEL

A DETAILED ARCHAEO-MAGNETIC SURVEY FROM LA CEIBA AND SANTA MARTA SHELTER-CAVES (CHIAPAS, MEXICO)

Camps Pierre¹, Rodríguez Ceja María², Acosta Guillermo³, Gogichaishvili Avto⁴, Poidras Thierry¹, Beramendi Oroscó Laura⁵ y Morales Juan⁴
¹CNRS & Université Montpellier 2, Géosciences Montpellier, Montpellier, France
²UNAM, LIMNA
³IIA, UNAM
⁴Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
⁵IG, UNAM
 prcamps@dsu.univ-montp2.fr

The present study is part of a huge effort to provide reliable archeomagnetically-dated data for the tropical area of Mesoamerica. It focuses on Thellier-Thellier archeointensity determinations obtained from 87 small fragments from potsherds of 12 different potteries. These potteries were unearthed from sedimentary sequences within two shelter-caves: La Ceiba and Santa Marta, located on the banks of the Grijalva and La Venta rivers, respectively. Both are shelter-caves without constructed structures that were inhabited by different humans groups. Samples were located within different stratigraphic levels, culturally well identified and well preserved due to a long time sedimentation. Only samples with a homogenous color were pre-selected for rock magnetic analysis performed prior to any attempt to estimate archeointensities. The most probable ages of the selected samples enclose the entire Classic and Post-Classic periods. Most of our selected samples yielded reliable archeointensity estimates, from a high-quality technical point of view. These new archeointensity determinations are compared and discussed along with the previous values obtained for this area.

GEOPAL-20 CARTEL

ANÁLISIS GEOESPACIAL DEL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO: UNA HERRAMIENTA COMO APOYO AL FECHAMIENTO ARQUEOMAGNÉTICO DE UNIDADES VOLCÁNICAS MENORES A 10KA

Gómez Rivera María de la Luz¹, Morales Juan², Gogichaishvili Avto² y Gómez Rivera Julio Cesar¹
¹Universidad Autónoma de Guerrero, UAGRO
²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
 luzmariposa27@hotmail.com

El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) se localiza en el sector central de la FVTM. Es una de las regiones de vulcanismo monogenético más extensas (>40,000 km²) del mundo y contiene más de 1,000 edificios volcánicos, además de maars, domos y conos cineríticos (Hasenaka y Carmichael, 1987 en Corona-Chávez, 2006). Por otra parte, es considerada como la zona con más probabilidades en México para el nacimiento de volcanes. Este hecho ha llamado la atención de diferentes grupos de investigadores, quienes han propuesto diferentes teorías acerca de la tasa de nacimientos volcánicos, así como sus tendencias de migración. Sin embargo, debido a la gran extensión de este campo volcánico y a las dificultades inherentes al fechamiento de rocas volcánicas tan jóvenes, los datos existentes son insuficientes para la estimación de una tasa de nacimiento más precisa. El objetivo de este trabajo es ofrecer una herramienta auxiliar en la identificación de rocas volcánicas jóvenes (< 10ka), susceptibles de ser fechadas arqueomagnéticamente, con el fin de actualizar la base de datos de volcanes jóvenes y así poder contar con una tasa de nacimiento volcánico más confiable. Para lograr lo anterior se realizó un análisis geoespacial del CVMG tomando en cuenta aspectos geológicos (mapa litológico, mapa geocronológico), morfológicos (mapa de pendiente), hidrológicos (mapa de ríos) y edafológico (mapa de tipo de suelo) con el apoyo del software ArcGIS. Con base en los resultados del análisis realizado, se determinaron en total tres zonas de estudio en las inmediaciones de los municipios de Paracho y Uruapan, Michoacán. Se realizó un muestreo paleomagnético típico en las zonas seleccionadas y actualmente se llevan a cabo los experimentos de propiedades magnéticas (desmagnetización térmica y por campos alternos, adquisición de curvas IRM, etc.) a fin de caracterizar las muestras colectadas y seleccionar aquellas potencialmente más aptas para los estudios de arqueomagnetismo. Agradecimientos: Toda la información utilizada para el análisis geoespacial fue otorgada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

GEOPAL-21 CARTEL

DATACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE ROCAS VOLCÁNICAS JÓVENES DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DE MÉXICO (ZACAPU, MICH.)

González López Gabriela¹, Morales Juan², Gogichaishvili Avto² y Gómez Rivera María de la Luz²
¹Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST
²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
³Universidad Autónoma de Guerrero, UAGRO
 gaby.glez.lopez@gmail.com

El estado de Michoacán es la región del país con mayor densidad de volcanes monogenéticos y la probabilidad de nacimiento de un volcán de este tipo es muy alta. La estimación de una tasa de nacimiento confiable es de fundamental importancia no solo en el ámbito científico, sino también en el ámbito de la protección civil. No obstante, debido a la gran extensión de este campo volcánico y a las dificultades propias a la datación de rocas volcánicas tan jóvenes, los datos existentes podrían ser insuficientes para tener de una tasa de nacimiento confiable. La datación de estas estructuras es realizada generalmente mediante el método de radiocarbono. Sin embargo, la ausencia de material orgánico asociado a estos flujos volcánicos o una asociación poco certera de carbón a la roca por fechar pueden dar lugar, ocasionalmente, a dataciones poco confiables. Aunado a lo anterior, la infraestructura requerida por esta metodología es de alto costo y la preparación de las muestras puede llegar a ser compleja. Recientemente se ha reconocido a la datación arqueomagnética como una herramienta alternativa en la datación de rocas jóvenes (? 10 ka). Con analogía al datación por el método de ⁸⁶Sr en carbonatos (curva del agua de mar), los parámetros del campo magnético terrestre (CMT) son comparados contra curvas modelo para los últimos 10 ka, a partir de lo cual es posible determinar la edad más probable de una roca gracias al análisis combinado de los 3 parámetros que caracterizan al CMT antiguo (declinación, inclinación, e intensidad). En este trabajo se presenta los resultados de los experimentos de propiedades magnéticas y arqueomagnetismo (dirección e intensidad) realizado en flujos volcánicos de la región de Zacapu, Mich.

GEOPAL-22 CARTEL

ESTUDIO PRELIMINAR DE MAGNETISMO DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS DEL POZO PROFUNDO SAN LORENZO TEZONCO, CUENCA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

González Rangel José Antonio¹, Alva Valdivia Luis Manuel² y Arce Saldaña José Luis²
¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²UNAM
 antoniog@geofisica.unam.mx

Utilizamos las muestras de roca provenientes del pozo profundo de San Lorenzo Tezonco (perforado en el 2012, con profundidad de 2008 m) para realizar estudios de propiedades magnéticas de pequeños fragmentos de roca. Por el proceso de desmagnetización, aplicando campos magnéticos alternos, analizamos su composición vectorial para definir las posibles componentes de magnetización registradas por esas rocas. Además, se hicieron experimentos de susceptibilidad magnética contra alta temperatura para definir las fases mineralógicas y sus cambios tanto durante el calentamiento como en el enfriamiento. Y finalmente, con el objeto de definir el tipo de dominio magnético de los portadores de la remanencia, se hicieron análisis de curvas de histéresis, curvas de adquisición de magnetismo remanente isoterma y su desmagnetización aplicando un campo negativo, y finalmente, el análisis de curvas de inversión de primer orden (FORC, por sus siglas en Inglés), todos estos utilizando el mismo pequeño fragmento de roca (?30 mg) y el mismo instrumento Micromag 2900. A la fecha, se han efectuado análisis mineralógicos, microscópicos, geoquímicos y geocronológicos (edades en el rango de 0.9 a 21.2 Ma), lo que es de gran interés para analizar la posible determinación de la paleointensidad del campo geomagnético y su contribución a los modelos de la geodinámica. Estos experimentos se efectuaron con el objetivo de determinar si estas rocas cumplían los requerimientos de calidad, y eran adecuadas, para realizar dichos experimentos de paleointensidad. Además, estos parámetros magnéticos pueden utilizarse para re-hacer los modelos de anomalías magnéticas, tomando en cuenta datos medidos de susceptibilidad magnética e intensidad de la magnetización remanente, lo que llevaría a aumentar la certidumbre y así proponer modelos más realistas desde el punto de vista geológico.

GEOPAL-23 CARTEL

FECHAMIENTO MAGNÉTICO DE ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS ALREDEDOR DEL LAGO DE PÁTZCUARO

García Alejandro^{1,2}, Gogichaishvili Avto¹, Morales Juan^{1,2}, Osorio Susana³ y Macías José Luis³
¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA
²Instituto Politécnico Nacional
³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
 avto@geofisica.unam.mx

Las rocas contienen un monto relativamente pequeño de minerales ferromagnéticos (aproximadamente 1-10%). Estos minerales tienen la capacidad de registrar, bajo ciertas condiciones, la dirección del campo magnético terrestre existente en el

momento de la formación de la roca. Como la magnetización remanente de las rocas refleja las condiciones del campo magnético terrestre (CMT) existente durante la formación de las mismas, información acerca de sus características y cambios experimentados pueden ser obtenidos de este modo. Un amplio campo de aplicación de los métodos paleomagnéticos es su uso como herramienta de fechamiento. Con analogía al fechamiento arqueomagnético de piezas o estructuras para los últimos 3 ka años, los parámetros del vector completo de CMT de las rocas volcánicas pueden ser comparados contra curvas modelo para los últimos 10 ka. En este trabajo se discuten los alcances del método para las lavas de erupción reciente (< 10 ka) alrededor de lago Pátzcuaro.

GEOPAL-24 CARTEL

DATACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE EVENTOS ERUPTIVOS HISTÓRICOS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL: REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO DE LAS SOCIEDADES PREHISPÁNICAS.

Pérez Rodríguez Nayeli¹, Morales Juan², García Felipe¹ y Gogichaishvili Avto²

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
nayemeialua@gmail.com

Un conocimiento detallado de la historia eruptiva del volcán Popocatepetl es indispensable para poder evaluar su potencial destructivo y, a partir de esto, realizar de manera adecuada planes de contingencia para la población. Aunque algunos de sus eventos eruptivos de mayor intensidad son conocidos, gracias a los estudios que se han realizado sobre las grandes capas de ceniza y rocas volcánicas que dejaron como evidencia, no se tienen registros precisos de su temporalidad debido, en algunos casos, a las condiciones de alta temperatura en las que ocurre un evento volcánico, lo cual reduce la probabilidad de encontrar materia orgánica susceptible para un estudio de ¹⁴C. Más aun, en el caso de erupciones en tiempos históricos la datación mediante ⁴⁰Ar/⁴⁰Ar no es aplicable debido a que el alcance del mismo está fuera de la temporalidad de los eventos de interés (< 10 ka). El análisis arqueomagnético del legado cultural (vasijas sepultadas por material volcánico) de algunos pueblos prehispánicos que presenciaron la actividad eruptiva del Popocatepetl y de las lavas correspondientes a estos eventos, en conjunto con la columna estratigráfica de la zona, ofrecen un medio único para obtener registros precisos de estos eventos volcánicos en tiempos históricos. En este trabajo se presentan los resultados arqueomagnéticos realizados tanto en fragmentos cerámicos cubiertos por flujos piroclásticos, cuanto en lavas del volcán Popocatepetl. Se presentan los detalles, alcances y ventajas del método de datación arqueomagnética con respecto a otros métodos y se discuten las posibles repercusiones de estos eventos en el desarrollo de las sociedades prehispánicas.

GEOPAL-25 CARTEL

ESTUDIO DE MAGNETISMO DE ROCAS DE TRES PALEOSUELOS EN LA BARRANCA DE TLAPAN, MÉXICO

Caballero Miranda Cecilia¹, Soler Arechalde Ana María¹, Ortega Guerrero Beatriz², Gogichaishvili Avto¹, Carrancho Angel² y Sedov Sergey²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Burgos, España

³Instituto de Geología, UNAM
cecilia@geofisica.unam.mx

La Barranca de Tlalpan se encuentra en el estado de Tlaxcala, parte central de México. En la Barranca se obtuvieron muestras de 2 perfiles de paleosuelos que cubren desde 33,995 hasta 900,000 años. En total se identificaron siete paleosuelos que morfológicamente constituyen tres unidades diferentes: Gris, Parda y Roja. En esta última unidad, se registró un cambio de polaridad correspondiente a los cronos Bruhnes y Matuyama. La unidad consta de 2 paleosuelos clasificados y etiquetados como Luvisoles crómicos P6 y P7. En el paleosuelo P6 entre los 1238-1393 cm es donde se registra el cambio de polaridad, que se asocia con la Inversión Bruhnes-Matuyama en consideración a la datación K/Ar de rocas volcánicas subyacentes al P7 con una edad de 0.9 +/- 0.3 Ma. Para el estudio se extrajeron muestras de bloque orientadas de los paleosuelos P5, P6 Y P7, de los que fueron extraídos cubos de 8 cm³. Se muestran los resultados de un estudio detallado de magnetismo de rocas de los tres paleosuelos, poniendo especial énfasis en la zona de transición de polaridad, que como en otras secuencias cuenta con rápidas oscilaciones.

GEOPAL-26 CARTEL

UNA SEMBLANZA DEL PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL SERVICIO MAGNÉTICO DE LA UNAM, A 100 AÑOS DE OPERACIÓN DE SU OBSERVATORIO MAGNÉTICO (1914-2014)

Hernández Quintero Juan Esteban¹ y Cifuentes Nava Gerardo²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
estebanh@geofisica.unam.mx

Se presenta una descripción histórica del Servicio Magnético de la UNAM, que cumple en 2014, cien años de funcionamiento en sus distintas facetas. Además de darle difusión en el medio científico a este aniversario; es importante dar a conocer la esencia y la motivación actual del servicio geofísico más antiguo que la UNAM ha heredado. Desde sus antecedentes en 1878, el Servicio Magnético (que formaba parte del observatorio magnético y meteorológico central de la Secretaría de Fomento) es uno de los proyectos científicos que el gobierno mexicano ha apoyado directa o indirectamente a través de los años. En México podemos referirnos a varios episodios importantes que a través de los años han sido determinantes. En 1879 se inician las primeras observaciones sistemáticas en el Palacio Nacional de la ciudad de México. Durante el periodo que va de 1879 a 1914, el observatorio experimentó varios cambios de posición geográfica: después del Palacio Nacional, se movió al castillo de Chapultepec, posteriormente a Tacubaya y Cuajimalpa; y durante el periodo revolucionario (Tratados de Teoloyucan, 1914) el observatorio se reubicó en el pueblo de Teoloyucan en el Estado de México (Sandoval, 1950). El observatorio magnético de Teoloyucan comienza su operación en Agosto de 1914, la Universidad Nacional de México designó al Instituto de Geofísica para su operación a partir de febrero de 1949. El Servicio Magnético del Instituto de Geofísica de la UNAM es una entidad técnica y científica encargada de resguardar el acervo de instrumentación, y bases de información relacionada con el campo magnético principal en la República Mexicana. Se encarga además de asesorar y formar profesionales en la disciplina del Geomagnetismo. Tiene dentro de sus objetivos, el estudio, análisis y difusión de la información relacionada con campo magnético de la Tierra. Se encarga también de difundir el acervo de datos, y conocimiento que actualmente la UNAM mantiene desde los inicios del estudio de esta disciplina. Es un instrumento de investigación sin responsabilidades reguladoras. Se hace una descripción de las nuevas aplicaciones, tales como: Geofísica Ambiental. Monitoreo de volcanes activos (Popocatepetl y Colima); en el Clima Espacial es parte del Virtual Earth-Sun Observatory (VESO). Reporte de tormentas geomagnéticas. Estaciones de Monitoreo Temporal. Estaciones de apoyo a la exploración geofísica en minería y petróleo, apoyo a la exploración en levantamientos oceanográficos (con estaciones en tierra). La industria aeronáutica requiere de datos confiables acerca de los elementos del campo magnético en los aeropuertos y pistas distribuidos en el país., o nuevas tecnologías como Drones. Es el momento de una nueva visión de este servicio que debe adaptarse a los nuevos retos que han cambiado dramáticamente desde que se realizó la primera observación geomagnética en las costas de Cabo Corrientes en el siglo XVI.

Sesión Regular

Geoquímica y petrología

Organizadores:

María Teresa Orozco
Martín Valencia Moreno

GEOQP-1

DISEÑO DE GUÍAS DE APRENDIZAJE DE PETROLOGÍA METAMÓRFICA CON BASE EN LA INTEGRACIÓN DE COLECCIONES DE ROCAS Y PREPARACIÓN DE GUÍAS PARA PRÁCTICAS DE CAMPO Y LABORATORIO.

Victoria Morales Alfredo¹, Hernández Uribe David¹,
Maldonado Villanueva Roberto² y Alonso Manuel Fausto¹

¹División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
victoria@unam.mx

El acervo del laboratorio de Petrología de la Facultad de Ingeniería de la UNAM se encuentra en muy mal estado, ya que desde la década de los 80 del siglo pasado no ha existido un incremento ni renovación en sus colecciones, las cuales sirven como material didáctico en 5 asignaturas de 3 de las carreras de Ciencias de la Tierra impartidas en la Facultad. Las colecciones con las que cuenta, se han seguido usando y actualmente están incompletas, en muy mal estado y la mayoría de los ejemplares no están georreferenciados. El proyecto se ha desarrollado con la participación de académicos y alumnos mediante servicio social y tesis de licenciatura, fomentando la participación de los alumnos en la construcción y manutención de una litoteca que contribuya con el acervo de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Este proyecto tiene como objetivos: 1) integrar una colección de rocas metamórficas mexicanas de distintas localidades tipo 2) preparar guías de laboratorio con clasificaciones de los eventos metamórficos y de la evolución tectónica de la región 3) incluir el material en formato electrónico en la página web del Laboratorio de Petrología de la Facultad de Ingeniería de la UNAM Como resultados preliminares se cuentan con las guías de laboratorio y de campo de rocas pertenecientes al Complejo Acatlán, Complejo Oaxaqueño, Sierra de Tlayca. Se cuenta con guías del laboratorio del Macizo de Chiapas y del Complejo Xolapa. Además como resultados adicionales se han presentado 2 tesis de licenciatura: 1) Caracterización petrográfica y geoquímica de los esquistos azules de San Juan Raboso, Puebla. 2) Caracterización geoquímica y gemológica de los granates del skarn de la Sierra de Tlayca, Morelos.

GEOQP-2

PRESENCIA DE ELEMENTOS RADIATIVOS EN EL CERRO GRANDE, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MEXICO

Reyes-Cortés Ignacio Alfonso, Cisneros-Cano Jesús Ismael, Castañeda-Perea Juan Carlos, Sigala-Silva Héctor Iván, Carmona-Conejo Brayan, Gallegos-Medina Andrés, Gutiérrez-Pacheco Rafael Bernardo, Rodríguez-Guerra Yair y Faudoa-Gómez Fabián
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
iareyes2020@gmail.com

La investigación involucra la búsqueda de elementos radioactivos en el Cerro Grande localizado al sur de la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México, con coordenadas 28° 35.609'N 106°3.194'W. Se enfoca en la cadena de desintegración de la familia radiactiva del uranio. Se tomaron 12 muestras de diferentes tipos de rocas en la zona de interés, siendo del tipo riolítico-félsico. La estructura mostrada por el cerro grande es la de un cuello volcánico con echados verticales. Los alrededores presentan una composición de toba riolítico-riodacítica al este y al oeste un conglomerado polimítico. Se elaboraron 24 láminas delgadas de rocas de composición félsica (riolita, ignimbritas riolíticas) con el fin de encontrar indicadores de presencia de los elementos radioactivos en formas de alteraciones en los fenocristales de sanidinos y biotitas. En base a los fenocristales observados en la roca riolítica se seleccionó como la adecuada para ser pulverizada y correr un análisis de Difracción de Rayos X, la cual se comparó en la base de datos para identificar los minerales y compuestos que contienen los elementos radioactivos de interés. Además se hizo un análisis con el Microscopio Electrónico de Barrido, en las láminas delgadas que presentaban un mayor número de fenocristales, para localizar los elementos radioactivos específicos contenidos en las láminas. Antes de hacer el análisis se recubrieron las láminas utilizando un conductor de oro. Los resultados de los estudios en las láminas delgadas en el microscopio indican que las alteraciones en los fenocristales de las rocas no corresponden a la presencia de minerales radioactivos. Los estudios de Difracción de Rayos X indican la ausencia de minerales o compuestos de elementos radioactivos. Aunque existe la posibilidad de que los elementos radioactivos estén dentro del arreglo atómico de los fenocristales sustituyendo elementos de radios similares. El estudio con el Microscopio Electrónico de Barrido detectó la presencia de elementos y compuestos de uranio y plomo. Se demostró que se encuentran elementos radioactivos, en este caso uranio, en los fenocristales de las rocas ígneas del Cerro Grande.

GEOQP-3

HIDROGEOQUÍMICA Y MEZCLA DEL AGUA FRÍA Y TERMAL DEL ACUÍFERO ATEMAJAC-TOLUQUILLA, JALISCO

Hernández Antonio Arturo y Mählknecht Jürgen
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM
heran@itesm.mx

La zona metropolitana de Guadalajara se abastece del agua subterránea de los acuíferos Atemajac-Toluquilla, ubicados dentro de la zona donde convergen los rift Tepic-Zacoalco, Tepic-Colima y Citala, que se conoce como Triple Unión de Jalisco, que es una estructura neotectónica activa y con actividad hidrotermal de la caldera La Primavera, que da lugar a la mezcla entre el agua fría del flujo local y agua caliente del flujo regional. La mezcla entre los dos fluidos se analizó con parámetros hidrogeoquímicos e isotópicos, mediante modelación con el programa PHREEQC se determinaron los índices de saturación de los principales minerales. Se colectaron muestras del agua subterránea que abarcó todo el área de estudio, en los sitios de muestreo se midieron parámetros de temperatura, pH y conductividad eléctrica, y en laboratorio se analizaron cationes y aniones mayores e isotopos. De acuerdo a los datos de temperatura y conductividad eléctrica del agua subterránea, se identificaron tres grupos de agua: agua termal con elevada salinidad, agua termal y agua fría con baja salinidad. El análisis hidrogeoquímico y el análisis bivariado entre las concentraciones de iones de Na vs Cl, Na vs Li, Na vs HCO₃ y Na vs SiO₂ permitieron identificar que el agua termal con alta salinidad proviene del flujo regional vertical ascendente, con concentraciones elevadas de Cl, HCO₃ y baja concentración de NO₃ y 3H. Mientras que el agua termal con alta salinidad es una mezcla de agua entre el agua fría y caliente del flujo local y regional, con baja concentración de Cl, NO₃ y 3H. Finalmente el agua fría de baja salinidad, con baja concentración de Cl y altas concentraciones de NO₃ y 3H sugiere que es agua del flujo local de recarga reciente. La modelación demostró que el cuarzo rebasó las condiciones de equilibrio debido a que se encontró sobresaturado en todos los sitios muestreados del agua subterránea. Otros minerales que se encontraron sobresaturados aunque en menor proporción fueron calcita en tres sitios, dolomita en cinco sitios y rodocrosita en cuatro sitios, estos minerales se encontraron en estado de sobresaturación en pozos del grupo de mayor temperatura y alta salinidad en una batería de pozos en un área bien definida del acuífero Toluquilla. Este resultado demostró la interacción agua-roca que ocurre por el ascenso de temperatura al mezclarse el agua caliente con el agua fría lo cual da lugar a este proceso geoquímico que controla la mineralización. A pesar de las diferencias, parece que todos los grupos de aguas subterráneas han sido sometidos a mezcla con fluidos hidrotermales.

GEOQP-4

SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA Y RADIOACTIVIDAD NATURAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS DE LA CUENCA DE SABINAS

Batista Rodríguez José Alberto, Rodríguez Vega Antonio,
Camacho Ortigón Luis Fernando y Cázares Carreón Karla Irazema
Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
josebatista@uadec.edu.mx

En la cuenca de Sabinas, ubicada en el noreste de México, afloran rocas sedimentarias depositadas en diferentes ambientes geológicos durante el Mesozoico. La formación y desarrollo de esta cuenca, se vincula con la apertura del Golfo de México, la ocurrencia de varias transgresiones y regresiones marinas y el desarrollo de la orogenia laramide. Considerando que las propiedades físicas constituyen un reflejo de las condiciones de origen y desarrollo de las rocas, se presenta un análisis de mediciones de Susceptibilidad Magnética (SM) y Radioactividad Natural (RN), en afloramientos y muestras de calizas y areniscas de esta cuenca. Los resultados indican que estas propiedades físicas se relacionan con diversos procesos geológicos manifestados durante la formación y desarrollo de estas rocas. Principalmente, indican la presencia e intensidad de la meteorización, así como las variaciones en la composición de minerales magnéticos y de componentes siliciclásticos primarios y secundarios, y particularmente de materia orgánica en calizas. El comportamiento de las propiedades físicas sugiere características de ambientes de sedimentación, esencialmente respecto a profundidad de la cuenca, ambiente oxidante o reductor, fuente de suministro, etc. También constituye una herramienta para valorar la cantidad y tipo de cemento en areniscas, así como la calidad en la preparación de las muestras para su análisis petrográfico. Con los dos tipos de propiedades físicas, es posible clasificar las calizas y areniscas en diferentes grupos. Tales grupos se relacionan con las coloraciones de las rocas, principalmente en el caso de las areniscas, y con las edades de deposición, para el caso de calizas. Particularmente la SM en calizas, se vincula con su enriquecimiento en materia orgánica, procesos de dolomitización y sus componentes siliciclásticos. Los rangos y valores promedios de ambas propiedades físicas en la cuenca, y en diferentes zonas de estas, constituyen la base para la correcta interpretación de datos aeromagnéticos y aerogamma espectrométricos, que cubren todo el noreste de México.

GEOQP-5

PALEOAMBIENTES DE LA CUENCA DE SABINAS SEGÚN ESPECTROMETRÍA DE RAYOS GAMMA, SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA Y DENSIDAD EN SECUENCIAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Barrientos Hernández Laura Patricia, Batista Rodríguez José Alberto,
Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe, Martínez López María de
Jesus, Rodríguez Riojas Pedro Antonio y López Saucedo Felipe de Jesús
Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
isis_filh24@hotmail.com

A partir de mediciones de espectrometría de rayos gamma, susceptibilidad magnética y densidad, apoyadas en análisis petrográficos y paleontológicos, en diferentes secuencias estratigráficas de la cuenca de Sabinas, se infieren condiciones paleoambientales, durante la deposición y posterior desarrollo de rocas sedimentarias. En un primer análisis las propiedades físicas sugieren cambios composicionales y de enriquecimiento en materia orgánica, en secuencias carbonatadas. También proponen cambios en la profundidad de la cuenca y subcuencas, así como en el suministro de material detrítico. Los procesos geológicos que posteriormente alteraron las rocas sedimentarias (principalmente tectónicos), se reflejan en el comportamiento de las propiedades físicas estudiadas. Estas propiedades físicas, constituyen una herramienta eficaz, para caracterizar las condiciones de origen y grado de alteración de las rocas sedimentarias.

GEOQP-6

K-AR SIN TRAZADOR: RESULTADOS PRELIMINARES

López Martínez Margarita¹, Orozco Esquivel Teresa², García García Miguel Ángel³, De Basabe Delgado Jonas⁴, Rosas Montoya Angela Susana⁴, Gradilla Martínez Luis Carlos⁵ y Arregui Ojeda Sergio¹

¹Departamento de Geología, CICESE

²Centro de Geociencias, UNAM

³Departamento de Sismología, CICESE
marlopez@cicese.mx

Recientemente se puso en marcha la metodología de análisis geocronológicos por K-Ar sin trazador en el Laboratorio de Geocronología del CICESE, aprovechando los avances de automatización del sistema de extracción de argón del espectrómetro de masas MS 10. Esta innovación consiste de un sistema electrónico y un algoritmo para el control automático de las válvulas diseñados y construidos en el CICESE. De esta manera se eliminan los errores de manipulación por el operador y se incrementa la precisión y confiabilidad de las mediciones de la composición isotópica del argón ya que los tiempos de residencia del argón en las diferentes etapas del experimento son reproducibles en todas las mediciones. El método K-Ar sin trazador fue propuesto desde hace más de 25 años y se conoce como técnica Cassinogol. Se consideró necesario implementar en México esta metodología debido a que permite obtener edades precisas en rocas muy jóvenes (pocos miles de años), con la ventaja de acortar los tiempos de espera para obtener los resultados ya que a diferencia del método Ar-Ar con esta técnica no se requiere irradiar la muestra. El fechamiento de muestras mediante K-Ar sin trazador es aplicable a muestras afaníticas y a concentrados minerales de composición homogénea que permitan obtener mediciones reproducibles de la concentración de argón y de potasio. Debido a que la edad se calcula a partir de la concentración total de Ar y K en la muestra, el método es aplicable a muestras con historias geológicas simples como rocas volcánicas que no han sido perturbadas desde su emplazamiento. También es una solución para el fechamiento de muestras que por su tamaño de grano fino (glauconita, illita) no es factible fecharlas por el método de Ar-Ar ya que pierden ³⁹Ar por efecto de "recoil" durante la irradiación. La confiabilidad de los resultados K-Ar sin trazador radica en una evaluación precisa y reproducible de alícuotas de Ar. Hemos incorporado al sistema una botella para almacenar Ar de composición atmosférica. Fabricamos e instalamos la pipeta para producir las alícuotas de Ar y las medimos rutinariamente para verificar el sellado hermético del sistema y determinar la variabilidad de su composición isotópica por uso. La calibración de las alícuotas de Ar se lleva a cabo con una combinación de estándares internacionales. La cuantificación del K se realizará por fotometría de flama utilizando las técnicas tradicionales de digestión de muestras. Para reducir el error derivado de la determinación de K se empleará el método de adición de estándar en la calibración, el cual permite descartar el efecto de matriz, y las muestras se analizarán por triplicado a fin de evaluar la precisión de cada determinación.

GEOQP-7

GEOCRONOLOGÍA U-PB Y GEOQUÍMICA EN FOSFATOS (APATITOS Y MONACITAS) POR LA-ICPMS EN EL LABORATORIO DE ESTUDIOS ISOTÓPICOS, UNAM: RESULTADOS PRELIMINARES

Ortega Obregon Carlos¹, Solari Luigi¹, Macías Romo Consuelo² y Abdullin Fanis²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²IGEOL, UNAM

cortega@geociencias.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados y metodología de los primeros análisis de geocronología U-Th-Pb y química de elementos traza en muestras de apatitos y monacitas de diferente edad, utilizando ablación láser de 193 nm acoplado al nuevo espectrómetro de masas Thermo iCAP-Qc. En ambos análisis se utilizó un flujo de 700 ml/min de He y 4.5 ml de N₂ como gases transportadores y un diámetro del haz del láser de 80 μ m para apatitos y 13 μ m en monacitas. Estos fosfatos presentan dificultades analíticas diferentes. La monacita no tiende a incorporar Pb común, mientras que en el apatito es abundante y escaso el U, haciendo más problemático su fechamiento. Las monacitas analizadas en este trabajo corresponden con monacitas separadas del granito Palo Liso (Complejo Acatlán) de las cuales obtuvimos una edad promedio de 445.6 $\pm$ 2.7, muy similar a la edad U-Pb reportada en circones de 454 $\pm$ 4 Ma (núcleos) y 438 $\pm$ 5 Ma (bordes). El cálculo de estas edades se realizó utilizando como estándar cristales de la monacita 44069 cuya edad aceptada es de 424.9 $\pm$ 0.4 Ma (ID-TIMS) y de la cual obtuvimos una edad concordante promedio de 425 $\pm$ 2.7. El cálculo de las concentraciones de elementos traza se realizó usando como estándar externo el vidrio NIST 610. Las muestras analizadas de apatitos y de los cuales se obtuvieron resultados esperados son: a) Apatitos de Cerro del Mercado (Durango) de la cual se obtuvo una edad de intersección inferior de 31.2 $\pm$ 1.4 Ma, muy similar a las documentadas para las rocas volcánicas en las que se encuentra este yacimiento de entre 29 y 33 Ma por U-Pb y Ar-Ar y específicamente del apatito de 31.44 $\pm$ 0.18; b) Apatitos de rocas graníticas pertenecientes al Macizo de Chiapas de los cuales se obtuvo una edad de intersección inferior de 259 $\pm$ 11 Ma que es muy similar a las edades del Pérmico Tardío (p.e. augen gneises de 258 $\pm$ 2 Ma con U-Pb en circones) reportado para el evento tectónico-térmico que afectó a este macizo y; 3) Apatitos de la pegmatita La Panchita (Oaxaca) cuyas edades muestran una edad de intersección inferior de 792 $\pm$ 25 Ma, al momento difícil de interpretar, considerando la edad de U-Pb en circones, de ca. 960 Ma. Para el cálculo de las edades de estos apatitos, se usó como estándar externo el apatito MAD de Madagascar cuya edad ID-TIMS es de 473.5 $\pm$ 0.7 Ma. La edad en base a los mejores análisis de este estándar obtenido es de 477.2 $\pm$ 2.3 Ma. Para el cálculo de las concentraciones se utilizó como estándar el vidrio NIST612. Estos análisis, aunque son preliminares, son muy aproximados al valor esperado y en la medida en que contemos con un mayor número, esperamos lograr resultados con mayor precisión y exactitud así como una mejor resolución espacial.

GEOQP-8

DATACIÓN POR TRAZAS DE FISIÓN Y ANÁLISIS QUÍMICO MULTIELEMENTAL DE APATITOS POR MEDIO DE LA-ICP-MS

Abdullin Fanis¹, Solé-Viñas Jesús² y Solari Luigi³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM
fanisius@yandex.ru

Es sabido que la concentración del isótopo ²³⁸U medida directamente con LA-ICP-MS permite obtener las edades por trazas de fisión en apatitos, evitando la irradiación de muestras con neutrones térmicos (e.g., Hasebe et al., 2004). En este trabajo, se presentan los resultados de la primera calibración del laboratorio LEI (Campus Juriquilla, Centro de Geociencias, UNAM) para los análisis rutinarios de U y Th en apatitos. Se realizaron 50 análisis puntuales (REE, Mn, Sr, Y, Th y U) en tres diferentes fragmentos del apatito estándar Durango. Para este mineral de referencia se obtuvo una edad promedio de 31.8 $\pm$ 0.2 (1SE) Ma a través de 50 edades de trazas de fisión determinadas en diferentes puntos. Nuestros experimentos muestran que la reproducibilidad de datos es excelente y la edad promedio coincide con la edad estándar (31.4 $\pm$ 0.5 Ma, Green, 1985; Solé y Pi, 2005). Por otro lado, se explica la importancia de los análisis químicos en apatitos y la aplicación de elementos traza y REE para los estudios petrogenéticos y procedencia de sedimentos (Belousova et al., 2002; Lesnov, 2012). Como unos ejemplos de aplicación, se presentan también resultados obtenidos en algunas rocas ígneas y sedimentarias. Por ejemplo, se analizaron los apatitos de dos granitos del Macizo de Chiapas y se dataron por trazas de fisión en ca. 31 y ca. 42 Ma, lo que concuerda con algunos datos de trazas de fisión reportados previamente para el Macizo. Además se analizaron los apatitos detríticos de dos areniscas de la Formación San Ricardo (Chiapas), indicando los picos de la edad de depósito y unos picos mayores (200 y 250 Ma) de enfriamiento de su terreno fuente (en este caso se correlacionó con el enfriamiento Permo-Triásico del Macizo de Chiapas). También presentarán algunos resultados de otras rocas ígneas y metamórficas del Sur de México. Este estudio fue financiado por el proyecto PAPIIT UNAN No. IN111414 (Dr. Jesús Solé).

GEOQP-9

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE FUSIÓN PARCIAL DEL MANTO MEDIANTE EXPLORACIÓN Y BÚSQUEDA ESTOCÁSTICA

Soto-Villalobos Roberto¹, Velasco-Tapia Fernando¹, Almaguer-Martínez Francisco Javier¹, Méndez Delgado Sóstenes¹ y Benavides-Bravo Francisco Gerardo²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL

²Instituto Tecnológico de Nuevo León, ITNL
robsotov@fct.uanl.mx

Desde que fue planteado el primer modelo directo para el comportamiento de los elementos traza del proceso de fusión parcial del manto, hace aproximadamente 45 años, el problema inverso también se propuso implícitamente. Durante estos 45 años se han propuesto diferentes aproximaciones a la solución del problema inverso. A pesar de estos grandes esfuerzos, entre otros, la solución al problema inverso sigue siendo un problema abierto. Este, trabajo es una contribución, a todos estos los esfuerzos, pero desde una perspectiva diferente. Se planteará la solución del problema inverso mediante exploración y búsqueda estocástica. Aquí presentamos una alternativa al problema inverso de la fusión parcial del manto superior terrestre utilizando heurística con un mínimo de restricciones en los parámetros. Esta aproximación ha sido capaz de reproducir con éxito la composición en elementos traza de una fuente hipotética a partir de la cual se han generado líquidos a diferentes grados de fusión. La modelación geoquímica cuantitativa ha sido desarrollada para estudiar los procesos de fusión parcial del Manto Superior Terrestre, hablando en términos más específicos, para entender el proceso de generación de rocas ígneas. Estos métodos convencionales intentaron duplicar, esencialmente por ensayo y error, la composición en elementos traza en magmas primarios, bajo la suposición de que los magmas se formaron mediante la fusión parcial del manto, sin posterior modificación en su composición por procesos de diferenciación, como por ejemplo, cristalización fraccionada, asimilación y/o mezclas de magmas. En estos métodos, para la inversión de la fusión parcial, se asume la composición química y mineralógica de la fuente junto a otros parámetros como el grado de fusión, los coeficientes de partición, y la participación relativa de las fases minerales durante el proceso de fusión. En contraste, usando un número mínimo de suposiciones geoquímicas, los modelos inversos son útiles para estimarla composición química y mineralógica de una fuente en el manto, empezando con las variaciones en las concentraciones de los elementos traza de una fuente de rocas cogenéticas producidas por diferentes grados de fusión.

GEOQP-10

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL MAGMATISMO FÉLSICO EN EL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO (REGIÓN TZIRATE).

Pérez Orozco Juan Daniel¹, Garduño Monroy Víctor Hugo¹ y Sosa Ceballos Giovanni²

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
juandaniel.perez@gmail.com

En este trabajo se presenta la evolución espacio temporal del magmatismo en la Región Tzirate y su relación con el fallamiento del Sistema de Fallas Morelia-Acambay (SFMA). Esta región se encuentra en la parte central del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG), presentándose un magmatismo anómalo de composición félsica en comparación en el magmatismo andesítico-basáltico del CVMG. En la zona las proporciones relativas de los tipos de lavas (dacita>andesita<andesita basáltica) mantienen una relación inversa a lo que ha sido estimado para todo el CVMG. Petrográficamente las rocas se dividieron en diferentes grupos de acuerdo las proporciones relativas y características texturales de fenocristales de biotita y anfíbol. El sílice varía de 55 % a 69 % con enriquecimientos en LILES (Elementos de radio iónico grande) y con las típicas anomalías negativas de Nb, Pb, Ta y Ti que denotan una afinidad calcoalcalina asociada a magmas que provienen de zona de subducción. Las distribuciones de los elementos traza presentan características de cristalización fraccionada, así como una posible asimilación de la corteza. Con la cartografía y dataciones se realizó el mapa geológico y estructural del área. Se determinó que el vulcanismo comenzó apropiadamente en el Mioceno superior con el emplazamiento de flujos de lava andesítica y flujos piroclásticos seguido de lavas dacíticas y andesíticas en el Pleistoceno Temprano-Medio. Continuando en el Pleistoceno Tardío – Holoceno con lavas andesíticas - basálticas características del CVMG. En la región el fallamiento es de tipo normal de dirección ENE-WSW con una componente lateral izquierda perteneciente al SFMA. Este fallamiento provoca una extensión en dirección NW-SE apuntando a la existencia de un sistema de Riedel en una zona en transtensión generando una zona de tipo “pull apart” y estructuras de graben en dirección NE relacionado al magmatismo dacítico alineado en la misma dirección.

GEOQP-11

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA DEL MAGMATISMO MÁFICO DEL CAMPO VOLCÁNICO CERRO GORDO, ESTADO DE MÉXICO.

Gómez Karina, Martínez Raymundo G., Monroy Emir y Tovar Gloria
Instituto de Geofísica, UNAM
krynagoal@hotmail.com

El Campo Volcánico Cerro Gordo (CVCG) se localiza en el sector oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM), a ~85 km al norte de la Sierra Nevada considerada como parte del frente volcánico actual. Se define al área de estudio como un campo volcánico monogenético cuya edad, de acuerdo con correlaciones estratigráficas, es del Pleistoceno. El campo está conformado por diversas estructuras volcánicas que han sido asociadas en dos grupos: un primer grupo está compuesto por flujos de lava radiales y domos volcánicos de andesita basáltica que conforman al Cerro Gordo y un segundo grupo se compone de conos cineríticos de composición basáltica a andesita basáltica. La zona de estudio se encuentra sobre el horst NE-SW Cerro Gordo – Las Navajas, delimitado al oeste por la Falla de Tizayuca. Además, las alineaciones que muestran las estructuras volcánicas del CVCG sugieren que fueron emplazadas en una intersección de alineamientos NE-SW y NW-SE. En este trabajo se realizó la caracterización geológica, petrográfica y geoquímica de las rocas del CVCG, donde se definió que las rocas presentan una composición predominante de andesita basáltica, porfídica a afanítica con fenocristales de plagioclasa, olivino y piroxeno, pero también se identificaron algunos basaltos de olivino en conos de escoria. Sus concentraciones de sílice varían de 51 a 58% en peso y se ubican principalmente en el campo calcoalcalino, aunque existen algunas muestras de basalto que caen cerca del límite alcalino. La mayoría de las muestras del CVCG muestran patrones de elementos traza con un claro enriquecimiento de elementos tipo LIL y Pb respecto de los HFS. Sin embargo, algunas muestras de andesita basáltica no muestran un comportamiento similar, ya que no se observan las típicas anomalías negativas de Nb y Ta respecto de los LIL de las series calcoalcalinas, pero sí se presentan anomalías positivas de Ba y Pb. Los patrones de Tierras Raras de todas las rocas máficas muestran enriquecimiento de las ligeras respecto de las pesadas con un comportamiento subhorizontal para estas últimas. Las relaciones isotópicas de las rocas en la región de estudio varían como sigue: 87Sr/86Sr de 0.7039 a 0.7048, 143Nd/144Nd de 0.51270 a 0.5128, lo que sugiere una interacción relativamente baja de los magmas con rocas de la corteza continental. La distancia a la que se encuentran las rocas del CVCG respecto de la Trinchera Mesoamericana (~420 Km) y del frente volcánico actual, el espesor cortical de la región (de 45 a 50 Km) y las características petrográficas y geoquímicas que presentan estas rocas no permiten proponer un simple origen magmático asociado con la subducción. Los resultados sugieren que las rocas volcánicas cuaternarias máficas fueron producidas a partir de un manto heterogéneo y relativamente enriquecido, el cual fue afectado por fluidos derivados de la subducción. De acuerdo, con evidencias geofísicas actuales, la placa en subducción se hunde bajo la Sierra Nevada con una fuerte pendiente, por lo que los magmas que generaron al CVCG se originaron en una zona de tras-arco.

GEOQP-12

DIFERENCIAS GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS ENTRE LAS ROCAS MÁFICAS CUATERNARIAS DE TRAS-ARCO Y EL FRENTE-VOLCÁNICO ACTUAL (CAMPO VOLCÁNICO APAN - SIERRA CHICHINAUTZIN), FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA.

Martínez Serrano Raymundo Gerardo¹ y García Tovar Gloria P.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
rms@geofisica.unam.mx

En la porción oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM) se emplazaron estructuras volcánicas monogenéticas cuaternarias máficas como en el Campo Volcánico Apan-Tecomulco (CVAT) y el Campo Volcánico de la Sierra Chichinautzin (CVSC). El CVAT se localiza a ~425km de distancia de la Trinchera Mesoamericana. En esta región existen conos de escoria, volcanes escudo y lavas fisurales con una composición dominante de andesita basáltica y basalto, y algunos domos dacíticos. Estas estructuras se emplazaron entre ~2 a ~0.1 Ma y su distribución sigue una dirección NE-SW. El CVSC se localiza a ~325 km de la zona de subducción y forma parte del frente volcánico. En este campo se han identificado igualmente conos de escoria, volcanes escudo, lavas fisurales y algunos domos, cuya distribución general es E-W. La composición varía de andesita-basáltica a dacita y algunos basaltos. La mayoría de las estructuras del CVSC se emplazaron entre ~40 000 y 2 000 años, aunque se han encontrado rocas volcánicas de hasta ~1.2 Ma. Por lo tanto, se puede considerar que existió vulcanismo casi contemporáneo en ambos campos volcánicos. En el presente trabajo se realizó un análisis y recopilación de datos geoquímicos e isotópicos existentes para ambos campos, con el fin de identificar ciertas diferencias o coincidencias que pudieran ser relacionadas con las condiciones tectono-magmáticas actuales para esta porción de la FVTM. En el CVAT se identificó una evolución magmática a través del tiempo. Primero se emplazaron lavas fisurales y volcanes escudo de andesita basáltica con características típicas de arco volcánico (Ba/Nb=19-63), y posteriormente se

emplazaron conos de escoria y lavas asociadas de composición basáltica, con características relativamente similares a los magmas tipo OIB (Ba/Nb=12-30). En el caso del CVSC se presentan rocas con patrones típicos predominantes de magmas de arco volcánico (Ba/Nb= 40-129), aunque también se han identificado estructuras con magmas basálticos que señalan la existencia de una fuente del manto enriquecido similar a los OIB (Ba/Nb=14-20). Las concentraciones de la mayoría de elementos mayores para las rocas de ambos campos volcánicos son relativamente similares aunque si se pueden identificar diferencia en ciertos elementos traza. Este es el caso de las concentraciones de Rb, Pb y algunos otros elementos las cuales son más altas en el CVSC que en Apan-Tecocomulco. En cuanto a las relaciones isotópicas, se puede observar que las rocas máficas del CVAT presentan valores relativamente más radiogénicos (87Sr/86Sr: 0.70402-0.70485 y 144Nd/143Nd: 0.51268-0.51281) que las rocas de la S. Chichinautzin (87Sr/86Sr: 0.70305-0.70476 y 144Nd/143Nd: 0.51269-0.51299). Las características geoquímicas e isotópicas de los dos campos pueden ser relacionadas con procesos tectonomagmáticos producidos por el retroceso de la placa en subducción, desde el Mioceno Tardío al Holoceno, mientras que en el CVSC el magmatismo magmático ha sido asociado con la existencia de un manto heterogéneo afectado por los productos de la subducción.

GEOQP-13

EL VOLCANISMO MÁFICO DEL MIOCENO TEMPRANO COMO TRAZADOR DEL INICIO DE LA EXTENSIÓN EN LA PARTE SUR DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Orozco Esquivel Teresa¹, Ferrari Luca¹, López Martínez Margarita² y Martínez Resendiz Emma Vanesa³
¹Centro de Geociencias, UNAM
²Departamento de Geología, CICESE
³Facultad de Ciencias, UNAM
 torozco@geociencias.unam.mx

La apertura del Golfo de California es el ejemplo más moderno de la transición de un margen convergente a uno divergente. Esta transición ha sido visualizada como un proceso rápido que de manera casi inmediata se reflejó en la composición de los magmas, con volcanismo de arco hasta los 12.5 Ma, cuando cesó la subducción, y volcanismo de tipo rift posterior alrededor del Golfo de California. Sin embargo, estudios recientes han postulado que la extensión que culminó con la apertura del Golfo habría iniciado en el Oligoceno tardío, mucho antes del cese de la subducción. Una de las implicaciones de este último modelo es que el volcanismo del Oligoceno-Mioceno de la Sierra Madre Occidental sería el reflejo del inicio de la extensión durante las etapas finales de la subducción. Entre las evidencias se encuentra el carácter bimodal del volcanismo y los enormes volúmenes de magma silíceo emplazados en corto tiempo, los cuales no son típicos de arcos suprasubducción. A fin de poner a prueba el modelo de extensión temprana de la margen occidental de México iniciamos un estudio sistemático del volcanismo máfico del Mioceno de la porción sur de la Sierra Madre Occidental (SMO). Aunque subordinado en volumen, el volcanismo máfico puede aportar indicaciones valiosas sobre la evolución del manto y sobre el mecanismo responsable de la extensión en la etapa final de la subducción. Hemos identificado numerosas coladas máficas fisurales y aparatos volcánicos emplazados en estrecha relación con fallas extensionales en los grábenos de Juchipila, Tlaltenango y Bolaños. Las lavas están intercaladas con o sobreyacen a las ignimbritas silíceas que dominan la SMO y tienen edades comprendidas entre ~24 y 19 Ma. Entre estas lavas dominan las andesitas basálticas de carácter subcalcalino con cuarzo normativo, aunque también se presentan basaltos subcalcalinos con olivino normativo. Las típicas señales de subducción son extremadamente variables, p. ej., Ba/Nb=17 – 123 y (Ce/Pb)_n =0.21 – 0.81, con una variación continua entre composiciones típicas de rocas de intraplaca, representadas por los basaltos, y firmas de subducción bien desarrollada en las rocas más diferenciadas. Esta variabilidad en la composición indicaría que distintos procesos y componentes participaron en la generación de los magmas y apoyaría la idea de una transición gradual entre procesos de fusión del manto por adición de fluidos del slab, típicos de una zona de subducción, y procesos de fusión por descompresión más típicos de rift continental. Estudios geocronológicos y geoquímicos adicionales en curso permitirán definir a detalle la evolución espacio-temporal de los procesos de generación de magmas.

GEOQP-14

EVENTOS MAGMÁTICOS DE LA ZONA CUPRÍFERA DE LA CARIDAD- CANANEA, NORESTE DE SONORA

Valencia Moreno Martín¹, González León Carlos Manuel¹, Rascón Heimpel Mario Arturo² y Solari Luigi³
¹Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, UNAM
²Mexicana de Cobre, S.A. de C.V.
³Centro de Geociencias, UNAM
 martin.valencia@unam.mx

La importante zona minera de La Caridad-Cananea, en el norte-noreste de Sonora, registra al menos 5 periodos de actividad magmática. 1) El basamento proterozoico (1.7-1.6 Ga), caracterizado por un complejo de esquistos de cuarzo-muscovita, cuarcitas y rocas metavolcánicas, asociado al Esquisto Pinal, el cual fue intrusado por plutones de granito típicamente megaporfídico, con edades de ~1.4 Ga, denominado Granito Cananea. 2) El basamento paleo- y mesoproterozoico fue

erosionado y cubierto por un paquete de sedimentos marinos caracterizados por cuarcitas y calizas del Cámbrico-Misisípico. Posteriormente, esta secuencia fue intrusada en el Jurásico Inferior (~184 Ma), por un plutón localmente denominado Granito Buenos Aires. 3) De manera discordante sobre estas rocas se depositó una secuencia volcano-sedimentaria del Jurásico Medio asignada a la Formación Elenita (~170-165 Ma), la cual está intrusada por un granito de ~163 Ma. 4) Después de otro importante periodo erosivo, se depositó la secuencia de flujos de lavas y tobas andesíticas y riolíticas de la Formación Tarahumara, que en esta zona tiene edades en el rango de ~76-61 Ma. Estas rocas fueron intrusadas a su vez por granitoides laramídicos, con una edad en la zona estudiada de ~59 Ma. 5) El último evento se asocia al proceso de extensión Basin and Range, que abrió los espacios para que se depositaran los rellenos clásticos de la Formación Báucarit. Está unidad sedimentaria está intercalada por horizontes volcánicos de composición bimodal, cuyas edades se ubican en el Oligoceno-Mioceno. Aproximadamente 60 muestras de las distintas unidades magmáticas fueron analizadas para caracterizar su composición geoquímica. En los diagramas de variación de sílice, la mayoría de las rocas analizadas describen un patrón relativamente normal, sin revelar alguna distinción notable, con concentraciones decrecientes en relación al sílice, a excepción del potasio que tiene un comportamiento inverso. Se aprecia una tendencia calcoalcalina típica, con las rocas de la Formación Báucarit mostrando su clásica actitud bimodal. Las muestras son sub-alcálicas, exceptuando la Formación Báucarit, cuyas muestras alcanzan la zona alcalina. Por otro lado, parte de las muestras de todas las unidades traspasan el campo metaluminoso hacia el peraluminoso, y varias de ellas incluso se ubican en el campo de los granitos intraplaca, lo cual es generalizado para los granitos proterozoicos. Los patrones de REE tienen firmas de arco volcánico, con pendientes enriquecidas en LREE y marcadas anomalías negativas de Eu. Al igual que las REE, los diagramas multielementales refuerzan la afinidad de arco volcánico, con anomalías negativas de Ti, Sr, Nb y Ta, y enriquecimiento en Th, U, Pb, LREE y K. Aunque sólo unas cuantas muestras han sido analizadas por relaciones isotópicas de Sr, Nd y Pb, las firmas sugieren un importante componente de corteza antigua en el magma. El presente resumen es parte de los resultados preliminares del proyecto "Cartografía geológica, geocronología, petrografía y geoquímica del cuadrángulo La Caridad-Cananea, norte de Sonora" financiado por la Compañía Mexicana de Cobre, S.A. de C.V., en un convenio de colaboración con la UNAM.

GEOQP-15

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LAS ALTERACIONES HIDROTHERMALES EN EL YACIMIENTO LA INDIA, SONORA Y SU IMPORTANCIA EN LA RELACIÓN GENÉTICA DEL MISMO

Dolores Reyes Guillermo¹, Pi Puig Teresa², Rodríguez Díaz Augusto Antonio³, Rueda Galeano Hernando⁴ y Serrano González Ernesto⁴
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto de Geología, UNAM
³Instituto de Geofísica, UNAM
⁴Agnico Eagle México
 memo_yo1208@hotmail.com

En México, los yacimientos epitermales de alta sulfuración documentados, han sido muy pocos, a pesar de ser objetivo prioritario en la exploración de Au para las compañías mineras. Estos depósitos, se concentran principalmente en la parte NW de México en los estados de Sonora y Chihuahua, con edades que van del Eoceno al Oligoceno. En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización mineralógica detallada (Petrografía, DRX, IR, SEM) de la alteración hidrotermal del depósito La India, que se encuentra localizado en el municipio de Sahuaripa, en el estado de Sonora, muy próximo al límite federal con el estado de Chihuahua, México. La mineralización abarca una zona de aproximadamente 600 km² del denominado cinturón de oro de Mulatos y se manifiesta en forma de vetas, diseminaciones y brechas con concentraciones económicas de Au-(Ag)-(Cu). En la mineralización de la India se identificaron asociaciones minerales hipogénicas de cuarzo-pirita-barita-diásporo-alunita y alteraciones supergénicas correspondientes principalmente a óxidos de Fe, jarosita y alunita tardía. En la fracción arcilla (<2 μ m), se identificaron caolinita, illita, diquita e interestratificados illita-esmectita. Para el caso de la illita e interestratificados se utilizó su índice de cristalinidad (IK) para calcular de manera aproximada las temperaturas relacionadas al proceso hidrotermal, datos comparables con resultados de microtermometría de inclusiones fluidas. En el caso de las alunitas se calcularon parámetros de celda para discriminar los dos posibles orígenes del mineral, en donde se observaron composiciones sódica-potásica y sódica. Del estudio petrográfico se observaron texturas relacionadas a los procesos hidrotermales del yacimiento, entre las que destacan texturas tipo vuggy sílica, de recristalización y de reemplazamiento. Por otro lado las alteraciones en la zona corresponden, desde las zonas mineralizadas hacia el exterior, como sigue: primero vuggy sílica, pasando a argílica avanzada con o sin sílica masiva y finalmente propilítica. Además de una alteración supergénica por procesos de oxidación. La determinación de estas alteraciones nos ayuda a comprender mejor el yacimiento de la India y confirmar su clasificación como un yacimiento de alta sulfuración.

GEOQP-16

GEOLOGÍA EN LA PORCIÓN SUR DE LA SIERRA EL BACATETE, SONORA MÉXICO

Delgado Agustín y Vidal Solano Jesús Roberto
 Universidad de Sonora, UNISON
 delgadoangeles_a@hotmail.com

La Sierra El Bacatete se localiza al sur del Estado de Sonora y se identifica como un alto estructural que se ubica al Oriente del Graben de Empalme dentro de la Provincia Extensional del Golfo de California. El área de estudio se encuentra en la parte sur de la sierra donde su configuración topográfica es controlada por dos importantes fallas orientadas N-S y NW-SE. En la parte central del área, se presenta la zona más alta delimitada al oeste por la falla El Alamo y al este por la Falla Chinipobe. Las áreas a los extremos de la zona central corresponden a bloques disectados por fallas menores. El reconocimiento geológico ha permitido identificar una secuencia enteramente volcánica conformada a la base por basaltos masivos y vesiculares de grandes fenocristales de plagioclasa, que infrayacen tanto a unidades riolíticas de origen ignimbrítico, como a andesitas y dacitas densas, que regularmente son vítreas y de textura ligeramente porfírica a glomeroporfírica. Finalmente, las unidades anteriores, son cubiertas por basaltos masivos doleríticos a vesiculares. Esta secuencia se correlaciona con las unidades volcánicas de afinidad toleítica máficas e intermedias a félsicas (islanditas) reportadas por varios autores para el Mioceno Superior en la región costera de Sonora.

GEOQP-17

LAS ROCAS DEL ARROYO EL MEZQUITE, BAJA CALIFORNIA SUR, Y SU RELACIÓN CON LA GEOLOGÍA REGIONAL.

Camarena Vázquez Jesús Guillermo, Pérez Venzor José Antonio, Pérez Ezpinoza Jesús Efraín y Schwennicke Tobias
 Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS
 jgcamarena@hotmail.com

El área de estudio se localiza en el borde oriental del bloque Los cabos, específicamente en el arroyo El Mezquite, Baja California Sur. Geológicamente, el área de estudio pertenece a la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz. En la actualidad los estudios relacionados con las rocas que afloran en el área de estudio indican que son principalmente rocas ígneas (tonalitas y granodioritas) y metamórficas (gneis, calcosilicatos, mármoles, skarn), que pueden estar relacionadas con las rocas ígneas y metamórficas que afloran en la región de Todos Santos y sierra La Gata. Las rocas que afloran corresponden a una secuencia sedimentaria de ambiente de plataforma-talud que fue sometida a metamorfismo regional y posteriormente a metamorfismo de contacto. El primer evento está relacionado a la subducción de la placa oceánica con la placa Norteamericana y magmatismo intermedio, mientras que en el evento de metamorfismo de contacto se relaciona con un magmatismo félsico desarrollado durante los 78 a 68 Ma y que originó el sistema montañoso central. La deformación en el área corresponde a una deformación progresiva que alcanzó condiciones dúctiles y a la cual se superpone una deformación quebradiza. El trabajo expone los resultados de cartografía de los afloramientos de rocas ígneas y metamórficas en el arroyo El Mezquite resaltando sus rasgos litológicos, estratigráficos, estructurales y su relación con la geología regional.

GEOQP-18

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA DE LOS BASALTOS LAVA ESPERANZA-KAKANAPO

Gómez Hernández Cecilia Juanita, Batista Rodríguez José Alberto, Rodríguez Vega Antonio, Niño Rodríguez Edgar y López Saucedo Felipe de Jesús
 Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
 sesilia_sesi@hotmail.com

Se presentan resultados de un estudio geológico y geofísico, realizado en diferentes afloramientos de los basaltos Lava Esperanza-Kakanapo, localizados dentro de la cuenca de Sabinas, noreste de México. Estas rocas ígneas se formaron a partir de diversas erupciones volcánicas, ocurridas a finales del Neógeno, en el Plioceno, hacia el norte de la cuenca, principalmente. Durante el estudio se visitaron diferentes afloramientos, y en cada uno de ellos se realizaron mediciones de Susceptibilidad Magnética (SM) y Radioactividad Natural (RN), y se tomaron muestras para posteriores mediciones de SM, RN y densidad, así como para análisis petrográfico. A partir del análisis estadístico de los resultados de las mediciones de las propiedades físicas y del análisis petrográfico, se infieren diversas características de los cuerpos de basaltos, relacionadas con su composición, grado de alteración y tiempo de formación. Posteriormente la reinterpretación de datos aeromagnéticos en la zona de desarrollo de estos basaltos, indica las geometrías y extensiones en profundidad de los diferentes cuerpos basaltos y las relaciones entre ellos.

GEOQP-19

CARACTERIZACIÓN DEL INTRUSIVO COLORADO A PARTIR DE PROPIEDADES FÍSICAS, PETROGRAFÍA Y DATOS MAGNÉTICOS

Niño Rodríguez Edgar¹, Batista Rodríguez José Alberto¹, Rodríguez Vega Antonio¹, Rodríguez Riojas Pedro Antonio¹, López Saucedo Felipe de Jesús² y Pérez Flores Marco Antonio²
¹Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
²CICESE
 nano_rodriguez2206@hotmail.com

A partir de mediciones de propiedades físicas, muestreo, análisis petrográfico e interpretación de datos magnético, se lleva a cabo la caracterización del intrusivo ubicado en el Cerro Colorado, el cual forma parte del cinturón de intrusivo Monclova-Candela, localizado en el noreste de México. A lo largo de varios perfiles que cortan el Cerro Colorado, se midieron Susceptibilidad Magnética (SM) y Radioactividad Natural (RN), y se tomaron muestras, a las cuales, una vez preparadas en el laboratorio, se le midieron SM, RN y densidad, y se analizaron desde el punto de vista petrográfico. Los resultados destacan diferentes cuerpos intrusivos conformando dicho Cerro. Tales cuerpos se diferencian por su composición y estructura, y se manifiestan claramente en el comportamiento de las propiedades físicas. En ocasiones se observan variaciones significativas de las propiedades físicas dentro de un mismo cuerpo. Los elementos aportados por las propiedades físicas y el análisis petrográfico, sugieren diferentes momentos de emplazamientos de los cuerpos intrusivos, así como diferencias en las velocidades de cristalización del magma y en el grado de afectación a las rocas encajantes. La interpretación de los datos magnéticos expone la geometría y variaciones espaciales del intrusivo Cerro Colorado, así como las relaciones entre sus diferentes partes.

GEOQP-20

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMÉTRICAS DEL INTRUSIVO MARCELINO, SEGÚN EL COMPORTAMIENTO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y DATOS MAGNÉTICOS

Rodríguez Riojas Pedro Antonio¹, Batista Rodríguez José Alberto¹, Rodríguez Vega Antonio¹, Niño Rodríguez Edgar¹, López Saucedo Felipe de Jesús² y Pérez Flores Marco Antonio²
¹Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
²CICESE
 pedro_rdziojas@hotmail.com

Se exponen nuevas características geológicas y geométricas del intrusivo Marcelino, ubicado al SW de Monclova, formando parte del cinturón de intrusivos Monclova-Candela, en el noreste de México. A lo largo de varios perfiles que cortan al Cerro Marcelino, se realizaron mediciones de Susceptibilidad Magnética (SM) y Radioactividad Natural (RN). En la mayoría de los puntos medidos se tomaron muestras, a las cuales se le midieron SM, RN y densidad, y luego se prepararon para realizar análisis petrográficos. El comportamiento de las propiedades físicas sugiere dividir el intrusivo en zonas, las cuales se diferencian por su composición, geometría, dimensiones, características del emplazamiento y grado de alteración de la roca encajante. Las relaciones estructurales, la composición y textura de las rocas, sugieren distintos momentos de emplazamiento de los cuerpos intrusivos que conforman cada una de las zonas. La interpretación de datos magnéticos destaca la geometría y variaciones espaciales del intrusivo Cerro Marcelino.

GEOQP-21

LA SECUENCIA CARBONATADA DE LA REGIÓN DE CAMPECHE COMO FUENTE DE RECURSOS MINERALES NO METÁLICOS

Rodríguez Vega Antonio, Batista Rodríguez José Alberto y Delgado Villafán Leonela Getsemany
 Universidad Autónoma de Coahuila, UAdeC
 arvega@yahoo.com

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el estudio de la calidad de las calizas que afloran en la región de Campeche con la finalidad de ser empleadas como materia prima para la producción de cales y carbonatos de calcio con la pureza adecuada, en correspondencia con los requerimientos exigidos para sus muy variados usos, áridos calizos de alta calidad y piedra de cantería de uso ornamental. Para cumplir con este objetivo se llevaron a cabo trabajos de reconocimiento geológico en la región, los que permitieron obtener datos acerca de la estructura geológica de los depósitos de la secuencia carbonatada, identificar la distribución espacial de sus principales tipos litológicos y tomar muestras de los mismos para su posterior análisis con vista a determinar su calidad y empleo con diferentes fines. Para evaluar la calidad de la materia prima mineral con la finalidad de su utilización en la producción de cales y carbonato de calcio natural se realizaron los siguientes análisis y ensayos: 1.- Determinación cuantitativa de la solubilidad y residuos insolubles de las muestras de calizas. 2.- Análisis petrográfico de láminas delgadas pulidas. 3.- Análisis de espectroscopía infrarroja para caracterizar las muestras de calizas de acuerdo con su pureza y características físicas. 4.- Análisis mediante la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido-Dispersión de Rayos X. 5.- Ensayos de determinación de humedad natural y pérdida por ignición de

muestras compósito de calizas. 6. Ensayos de producción de cal por calcinación y de carbonato de calcio natural para diferentes usos. La valoración de las calizas para la producción de áridos y piedra de cantería se llevó a cabo mediante un minucioso estudio de las características físicas, químicas y mineralógicas de las rocas en la secuencia carbonatada y de los productos obtenidos a partir de ellas con la finalidad de ser utilizados como materiales de construcción. Finalmente se realizó la interpretación de los resultados obtenidos y se hizo una evaluación pronóstica de los recursos disponibles de la materia prima mineral.

GEOQP-22

COMPORTAMIENTO Y RELACIONES ENTRE PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS EN MUESTRAS DE CARBÓN DE LA CUENCA DE SABINAS

Muñoz González Alexa Valeria, Batista Rodríguez José Alberto, Martínez Zarate Oscar, Hernández Medina Francisco y Martínez Carrillo Diego
*Universidad Autónoma de Coahuila, UADEC
 avmg_25@hotmail.com*

En el noreste de México, en la cuenca de Sabinas, aparecen diferentes sub-cuencas carboníferas, desarrolladas a finales del Mesozoico. Los mantos de carbón se ubican en secuencias de rocas detríticas, depositadas a finales del Cretácico, principalmente en la Formación Olmos. Las variaciones en las condiciones de formación de estos depósitos, generaron diferencias en la calidad del carbón, y por ende, en sus usos potenciales. Por esta razón, en laboratorios se realizan análisis próximos del carbón, para conocer su calidad, basado principalmente en su poder calorífico, contenido de azufre, humedad y ceniza. Estos análisis constituyen un proceso relativamente lento, costoso e improductivo, al no poder analizar grandes cantidades de muestras en un tiempo relativamente corto, que permita mayor representatividad del depósito de carbón. Considerando que propiedades físicas de las rocas, tales como susceptibilidad magnética y radioactividad natural, se relacionan con su composición y condiciones de origen, y que estas pueden medirse fácilmente, con bajos costos y en poco tiempo; en esta investigación se lleva a cabo la medición de ambos tipos de propiedades en muestras de carbón, para predecir probables relaciones entre ellas y los análisis próximos del carbón, y con ello, proponer modelos, con los cuales sea posible inferir el comportamiento de la calidad del carbón. Además de las relaciones y modelos propuestos, que incluyen las propiedades físicas y químicas mencionadas, también se revelan aspectos relacionados con las condiciones de formación y desarrollo de mantos de carbón.

GEOQP-23 CARTEL

EDADES DE CONDRITAS MEXICANAS TIPO L Y SU RELACIÓN CON LA HISTORIA TÉRMICA Y DE FRAGMENTACIÓN DEL CUERPO PARENTAL.

Hernández-Bernal María del Sol¹, Solé-Viñas Jesús² y Corona Chávez Pedro³

¹*Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia*

²*Instituto de Geología, UNAM*

³*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
 msol_hernandez@enesmorelia.unam.mx*

Los meteoritos contienen el registro de los mecanismos de acreción, composición inicial, estructura e historia térmica de los cuerpos parentales, así como de la edad de segregación del meteorito del cuerpo principal debido a los procesos de impacto. Los efectos térmicos de los impactos se manifiestan en las texturas de diverso grado de metamorfismo, fusión y diferenciación de cuerpos parentales y en las edades obtenidas en los diferentes tipos de condritas. A mayor persistencia de calentamiento, las condritas adquieren mayor tipo petroológico. Es posible que los cuerpos parentales de las condritas ordinarias L y H se hayan fragmentado debido al impacto con otros asteroides y posteriormente las piezas hayan sido reagrupadas, después de experimentar calentamiento, metamorfismo y un enfriamiento lento. Entre los 3 tipos de condritas ordinarias, las condritas L tienen las más altas proporciones de miembros con edades parcialmente borradas y miembros altamente chocados, mientras que las H tienen la menor proporción. En este trabajo se presentan ocho edades K-Ar y ocho edades cosmogénicas de exposición (CRE) de 3 condritas ordinarias tipo L: Zapotitlán Salinas [L4], El Pozo [L5] y Pácula [L6]. Las edades, obtenidas en condros individuales, varían desde 2.089 hasta 4.188 Ga en el sistema K-Ar. Las edades cosmogénicas (21Ne y 3He) varían desde 2 hasta 44 Ma, en concordancia con las edades reportadas para la mayoría de las condritas tipo L. Tomando en cuenta estas edades, su descripción petrográfica y datos de química mineral, se discute su relación con las hipótesis formuladas por otros autores acerca de la historia térmica del cuerpo parental L y su historia de fragmentación.

GEOQP-24 CARTEL

HISTORIA DE LAS CONDRITAS LL: UNA REVISIÓN UTILIZANDO A LA CONDRITA TUXTUAC.

Solis-Oseguera Lizbeth¹, Hernández-Bernal María del Sol¹ y Solé-Viñas Jesús²

¹*Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia*

²*Instituto de Geología, UNAM
 liz_queen_1@hotmail.com*

A lo largo de la historia del Sistema Solar, los cuerpos que han dado origen a los meteoritos que han caído a la Tierra, han experimentado una serie de impactos y al menos una exposición a los rayos cósmicos. Los cronómetros isotópicos proporcionan las edades individuales de los meteoritos, generalmente mayores a 4.5 Ga. Sin embargo, el cronómetro K-Ar pocas veces registra la edad de formación; en cambio, proporciona un rango de edades desde la que corresponde al Sistema Solar hasta edades más jóvenes que muestran la compleja historia térmica de los cuerpos parentales generada por procesos metamórficos y por impactos. En este trabajo se discuten las edades K-Ar obtenidas en roca total y en condros individuales de la condrita Tuxtuac [LL5] que se han publicado. Las edades reportadas en condros individuales varían desde 4, 532 hasta 3, 567 Ma, mientras que la edad de roca entera es de 4, 286 Ma. Este rango de edades refleja un metamorfismo en el cuerpo parental que se extendió al menos 300 Ma después de su formación, implicando un cuerpo de alrededor de 100 km de diámetro. Este rango de edades coincide con el evento del Gran Bombardeo Tardío. Mientras que las edades de K-Ar reinicializadas por impacto representan la evolución del cuerpo antes de su captura en la órbita terrestre, las edades cosmogénicas (CRE) representan la última exposición a los rayos cósmicos de un fragmento del cuerpo parental. Tuxtuac registra una edad promedio CRE de 7 Ma.

GEOQP-25 CARTEL

GEOLOGÍA, GEOQUÍMICA Y GEOCRONOLOGÍA DE LA ISLA MARÍA CLEOFAS, NAYARIT, MÉXICO

Rodríguez Alfaro Luis Felipe, Schaaf Peter, Arrieta García Gerardo Fernando y Villanueva Lascarain Daniel
*Instituto de Geofísica, UNAM
 luisrdz6@gmail.com*

La Isla María Cleofas es una de las cuatro islas principales que conforman al Archipiélago Islas Marías, las cuales están ubicadas dentro del océano Pacífico, en la desembocadura del Golfo de California. Esta isla es una de las más pequeñas y meridional del conjunto, presenta una superficie de 18 Km², con un perímetro de línea de costa de 20 km aproximadamente. La posición y ubicación de la isla, junto con todo el archipiélago, son una pieza clave para la reconstrucción paleogeográfica y geológica del occidente de México. Por ello, el presente trabajo busca exponer el primer mapa geológico a detalle de la isla, así como los primeros datos geoquímicos y geocronológicos de sus unidades litológicas más representativas. Geológicamente, la isla María Cleofas parece tener un origen estrictamente volcánico y sus dos picos más prominentes pueden ser la fuente de su magmatismo. En sí, las rocas ígneas extrusivas parecen dominar la zona, cubriendo casi el 65% de su superficie. De este tipo se observaron afloramientos de riolitas de texturas cristalinas y estructura fluidal, las cuales se encuentran cubiertas por abundante material piroclástico que consiste de tobas líticas riolíticas, altamente silicificadas, y textura de tipo pseudo-brechal. Esta unidad se encuentra a su vez cubierta, en menor proporción, por conglomerado y material piroclástico sumamente alterado. Los basaltos y las andesitas forman las partes basales de las estructuras volcánicas, aunque no afloran de forma abundante, mientras que el basamento cristalino de composición granodiorítica a granítica solo está presente en la zona norte y noreste de la isla. Asimismo, una unidad de origen metamórfica está completamente ausente o no ha sido encontrada aun. Por su parte, las secuencias sedimentarias afloran principalmente en el sector oriental de la isla, de edad Pliocénica, están constituidas por areniscas y lutitas semejantes a las de la isla María Madre, por lo que se podría formar una correlación estratigráfica entre ambas. Químicamente, las rocas ígneas muestran un volcanismo bimodal, muy similar a aquellos que han sido reportados en la Sierra Madre Occidental. Los patrones de las Tierras Raras y multielementales en ambas unidades (volcánicas y plutónicas) exhiben además una distribución similar y típica de un ambiente de arco magmático relacionado a la subducción, indicando que ambas secuencias están relacionadas entre sí. Esto se confirma aún más con la geocronología en zircones mediante el método U-Pb, donde tanto las rocas plutónicas como las volcánicas mostraron ser contemporáneas, con edades que las ubican en el Cretácico Tardío (79 Ma en riolitas; 84 Ma en granitos). Por otro lado, el análisis de los zircones detríticos de la secuencia sedimentaria de la isla mostró un pico de concentración mayor en 20 Ma y uno menor en 80 Ma, indicando que su fuente mayoritaria proviene del exterior, probablemente del sector suroccidental del continente mexicano. Por sus similitudes con rocas encontradas en Baja California, Sonora, Sinaloa y Jalisco, las rocas magmáticas de la isla María Cleofas parecen estar relacionadas con el arco magmático cordillerano, que afectó el occidente de México durante el Cretácico-Terciario.

GEOQP-26 CARTEL

BASE DE DATOS GEOCRONOLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS DEL NW DE MÉXICO

Delgado Lara Luis Ernesto¹, López Martínez Margarita², Valencia Moreno Martín³, Orozco Esquivel Teresa⁴ y Ferrari Luca⁴

¹Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

²Departamento de Geología, CICESE

³ERNO, UNAM

⁴Centro de Geociencias, UNAM
green182.222@gmail.com

El evento tectono-magmático Laramide ocurrido entre el Cretácico Tardío y el Eoceno a lo largo de gran parte de la cordillera oeste de Norteamérica, es uno de los rasgos más notables de la geología de México. Sin embargo, a pesar de que existen varios antecedentes de investigación importantes, los aspectos genéticos y geodinámicos asociados a este episodio orogénico están aún poco claros. Con el objeto de contribuir al estado del conocimiento se integró en una base de datos la información geocronológica y geoquímica del magmatismo del noroeste de México disponible hasta la fecha. Esta incluye datos publicados e información no publicada recabada en el marco de diferentes proyectos en Sonora y Sinaloa. La información se catalogó de acuerdo con diferentes características como: tipo de roca, edad, método de fechamiento, mineral analizado, y las firmas geoquímicas e isotópicas. Con el objeto de facilitar la visualización espacial de los datos se utilizó la aplicación de Google Earth. Se consideró importante catalogar las edades, ya que éstas provienen de diferentes métodos aplicados en diferentes minerales con distintas temperaturas de cierre. Por esta razón, los datos geocronológicos compilados están ordenados de acuerdo a rangos de temperatura. De esta manera, la información permitirá evaluar los modelos de migración del magmatismo en el noroeste de México de manera más objetiva. Por otro lado, el hecho de catalogar la información geoquímica en tiempo y en espacio, ayudará a tener una mejor percepción del proceso magmático y la historia petrogenética de las rocas laramídicas, y con ello un mejor entendimiento sobre la evolución de un arco magmático continental a escala regional. Se presenta la base de datos con la información disponible, y se espera que pronto ésta se ponga a la disposición de la comunidad geocientífica nacional.

GEOQP-27 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA DEL BASAMENTO DEL BLOQUE DE LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR E IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Rochin García Hermes¹, Schaaf Peter¹, Pérez Venzor José Antonio² y Hernández Treviño Teodoro¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS
broching@gmail.com

El basamento del Bloque de los Cabos (BLC) está constituido por rocas metamórficas de protolitos ígneos y sedimentarios, principalmente ortogneises y paragneises los cuales alcanzaron un metamorfismo de alto grado logrando facies de anfibolita y generando zonas de migmatitas. Sobre este basamento se emplazaron cuerpos batolíticos de edad mesozóica (80 a 130 Ma) con características geoquímicas de arco. La geoquímica y elementos traza de las unidades metamórficas del BLC muestran una proveniencia cortical evolucionada, la parte oriental y occidental cuentan con protolitos sedimentarios pertenecientes a diferentes ambientes de depósito pero parecen tener en común la edad y cuenca de depósito. La datación de zircones individuales mediante LA-HR-ICPMS de los paragneises muestran una diversidad de proveniencia: la población de zircones de edades más jóvenes pertenecen al Cretácico superior (80 Ma) pero también existe una población dominante de 237 Ma probablemente asociada a un arco volcánico jurásico localizado en la parte central de México y otras más de origen Pan-Africano (730-530 Ma) y Grenvilliano (1250-920 Ma). Los resultados sugieren que la evolución del BLC se encuentra íntimamente relacionado a la evolución geológica conjunta del occidente de México como lo son el Bloque de Jalisco y los batolitos del sur de Sinaloa durante el Jurásico y Cretácico.

GEOQP-28 CARTEL

SUBDUCTION OF FRACTURE ZONES CONTROLS MANTLE MELTING AND GEOCHEMICAL SIGNATURE ABOVE SLABS

Manea Vlad Constantin¹, Leeman William², Gerya Taras³, Manea Marina¹ y Zhu Guizhi³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Rice University

³Swiss Federal Institute of Technology, ETHZ
vlad@geociencias.unam.mx

For some volcanic arcs, the geochemistry of volcanic rocks erupting above subducted oceanic fracture zones is consistent with higher than normal fluid inputs to arc magma sources. Enrichment of boron (B/Zr) in volcanic arc lavas is used as a proxy to evaluate relative along-strike inputs of slab-derived fluids in the Aleutian, Andean, Cascades, and Trans-Mexican arcs. Significant B/Zr spikes coincide with subduction of prominent fracture zones in the relatively

cool Aleutian and Andean subduction zones where fracture zone subduction locally enhances fluid introduction beneath volcanic arcs. Geodynamic models of subduction have not previously considered how fracture zones may influence the melt and fluid distribution above slabs. Using high-resolution three-dimensional coupled petrological-thermomechanical numerical simulations of subduction, here we show that enhanced production of slab derived fluids and mantle wedge melts concentrate in areas where fracture zones are subducted, resulting in significant along-arc variability in magma source compositions and processes.

GEOQP-29 CARTEL

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN MEXICANA MEDIANTE MODELACIÓN NUMÉRICA

Nava Lara Silvia Violeta y C. Manea Vlad

Centro de Geociencias, UNAM

navalara@geociencias.unam.mx

En geodinámica se define la corteza y el manto terrestre como un medio geológico continuo. Sus propiedades físicas se describen por las variables de campo de presión, temperatura, densidad, etc. caracterizadas mediante discretización por nodos. Mediante interpolaciones se calculan los valores de las variables de campo entre los nodos, con base en ecuaciones de mecánica de fluidos. Se consideran tres ecuaciones diferenciales parciales: La ecuación de continuidad, que describe la conservación de la masa durante el desplazamiento de un medio continuo; la ecuación de conservación de momento, es decir, el balance de fuerzas internas y externas actuando en un medio; y la conservación de energía-Transferencia de calor, que describe el balance de calor en un medio continuo, al relacionar los cambios por generación de calor interno y transporte de calor. Estas ecuaciones se resuelven en un código por el método de diferencias finitas en una malla espaciada de forma irregular. Para propiedades especiales como la composición, se usa el método de partículas en celda o trazadores, a cada trazador se asigna un número que corresponde a cierto material en la base de datos asociada. El estudio pretende conocer la evolución espacio-temporal de la zona de subducción mexicana, mediante un modelo 2D+tiempo que inicia hace 25 m.a. El modelo considera la reología del material (sedimentos, corteza continental superior e inferior, manto litosférico y manto superior e inferior), variación en velocidad y edad de la placa subducida. Los modelos térmicos de la evolución tectónica incluyen las zonas de Jalisco, Guerrero y Chiapas. El código del modelo se genera en Matlab y se obtienen como archivos de salida las variables tiempo, temperatura, densidad, viscosidad, entre otros, definidas en coordenadas x, y. Tiene una estructura inicial impuesta, donde se define una distribución de temperatura, composición, viscosidad y densidad, que incluye la placa oceánica y la continental, así como una zona de debilidad (canal de baja viscosidad) entre ambas. Además se imponen condiciones de frontera específicas, como: una capa débil ("weak layer") superior, una frontera inferior impermeable, una frontera lateral con la velocidad impuesta y una frontera lateral fija. La edad de la placa que subduce influye en la densidad, velocidad, estilo de subducción, el comportamiento de la placa subducida y la expresión en superficie de la placa superior. Hoy en día en la trinchera Meso-americana subduce corteza oceánica relativamente joven (no mayor a 26 m.y) y su edad aumenta del Norte hasta el Sur. También la componente normal de convergencia incrementa hacia el sur a lo largo del margen, de ~2 cm/yr en el Norte a ~10.5 cm/yr en el sur, debido al aumento de la distancia con el polo de Euler. Sin embargo, tanto las edades de las placas subducidas de Rivera y Cocos, así como sus velocidades de convergencia han variado significativamente en los últimos 25 Ma. Los modelos numéricos consideran este aspecto importante para el estudio de la evolución geodinámica de la zona de subducción Mexicana.

GEOQP-30 CARTEL

METAMORFISMO Y FUSIÓN PARCIAL DEL BASAMENTO METASEDIMENTARIO EN LA PORCIÓN CENTRAL DEL COMPLEJO XOLAPA: CONSIDERACIONES PETROLÓGICAS A PARTIR DEL MODELADO TERMODINÁMICO

Maldonado Villanueva Roberto¹, Corona-Chávez Pedro², Poli Stefano³ y Victoria Morales Alfredo⁴

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

³Sezione di Mineralogia, Petrologia e Geochimica, Università degli Studi di Milano

⁴División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
maldonadovr@gmail.com

La porción central del Complejo Xolapa es una región crucial para entender no solo la evolución geológica de dicho complejo en su totalidad, sino también, la geología del borde meridional mexicano. En la región de Xochistlahuaca-Amuzgos, el Complejo Xolapa está constituido mayoritariamente por una secuencia metasedimentaria de paragneises cuarzofeldespáticos, esquistos pelíticos, metagrauvascas y mármoles, con intercalaciones de ortogneises máficos y cuarzofeldespáticos. Estas unidades, en conjunto, constituyen un basamento polideformado con características estructurales y mineralógicas de grado metamórfico alto, las cuales anteceden el desarrollo de una estructura migmatítica compleja. La aplicación de métodos termobarométricos y el modelado termodinámico de los equilibrios de las fases

minerales permiten definir, para las paragénesis preanatócticas, una presión mínima de 9 kbar y una temperatura de >600 °C, siendo esta la etapa metamórfica más antigua que se reconoce. Por su parte, la formación de los neosomas define una nueva etapa metamórfica en facies de anfíbolita alta a 7-8 kbar y 750-850 °C que subsecuentemente evoluciona, en condiciones suprasólidas, desarrollando paragénesis granulíticas a 4-4.5 kbar y 700-750 °C. Las estructuras y texturas relacionadas con esta etapa indican un proceso de deformación sinanatóctico contemporáneo con un proceso combinado de descompresión, segregación-acumulación de neosoma y retrogresión de temperatura alta cerca del sólido. El consumo progresivo de las fases minerales residuales y peritéticas como el granate, la biotita y la sillimanita, tanto en presencia de líquido anatóctico, como en condiciones subsólidas durante la descompresión, posibilita la ocurrencia de cordierita, hercinita y corindón. Este reequilibrio fisicoquímico del sistema petrológico cobra relevancia si se pretende aplicar métodos termobarométricos y geocronológicos. La información estructural-petroológica presentada en este trabajo y su integración con datos geocronológicos permite trazar un fragmento de la historia tectonotérmica del Complejo Xolapa, desde su pico metamórfico hasta el inicio de su exhumación.

GEOQP-31 CARTEL

ESTUDIO PETROLÓGICO DEL COMPLEJO CHUACÚS EN EL SECTOR RABINAL, GUATEMALA: RESULTADOS PRELIMINARES DEL METAMORFISMO Y SUS IMPLICACIONES REGIONALES

Hernández Uribe David¹, Maldonado Villanueva Roberto² y Ortega Gutiérrez Fernando³

¹División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM
dhugeo@gmail.com

La evolución tectónica de la zona del Caribe está estrechamente ligada a la relación del Bloque Maya con el Bloque Chortis, los cuales forman parte de la placa Norteamericana y de la placa del Caribe respectivamente. El límite actual de las placas se encuentra definido por el Complejo de Sutura Guatemalteco, un mosaico de bloques corticales ensamblados por el sistema de fallas Polochic-Motagua. El Complejo Chuacús, en Guatemala central, es uno de los tres cinturones metamórficos de alta presión que forma dicho complejo de sutura. En la actualidad prevalece una controversia acerca del carácter aloctono o autóctono del Complejo Chuacús con respecto al Bloque Maya y en general sobre su posición espacio-temporal durante la evolución tectónica de la zona del Caribe. El sector norte del Complejo Chuacús, en las cercanías de Rabinal es una zona clave para definir su procedencia, ya que en dicha región el Complejo Chuacús se encuentra en contacto con el Bloque Maya por medio de la zona de cizalla de Baja Verapaz. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la cartografía y del estudio petrográfico de las principales unidades metamórficas expuestas en la zona de Rabinal. Se describen las características estructurales, textuales y paragenéticas de los distintos litotipos y se analizan las condiciones del proceso metamórfico que las originó, así como sus implicaciones geológicas. Este estudio aporta nuevos datos que contribuyen al conocimiento de la evolución tectónica de la región.

GEOQP-32 CARTEL

MICROQUÍMICA Y EQUILIBRIO GRANATE-ZIRCÓN: HACIA UNA MEJOR DEFINICIÓN DE LA EDAD DE MIGMATIZACIÓN EN EL COMPLEJO XOLAPA

Estrada Carmona Juliana, Solari Luigi y Ortega Obregon Carlos
Centro de Geociencias, UNAM
juestrada@gmail.com

El Complejo Xolapa está compuesto por metasedimentos y rocas metaígneas intensamente deformadas que frecuentemente están intrusadas por rocas plutónicas con y sin deformación. El metamorfismo observado en este basamento es de medio a alto grado con asociaciones típicas de la facies de anfíbolita a granulita baja, con desarrollo de estructuras migmatíticas relacionadas con un proceso heterogéneo de generación de neosoma y su sucesiva segregación anatóctica sin-tectónica. Si bien se piensa que el evento metamórfico que causa la migmatización es uno solo, aún existe debate en cuanto a la edad del pico metamórfico y su relación con el anatexis. El fechamiento de zircones de migmatitas del Complejo Xolapa por medio de U-Pb (laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry LA-ICPMS) resultó en dos grupos de edades diferentes. En una migmatita de protolito máfico, sobrecrecimientos intermedios entre el núcleo y el borde tienen edades de ca. 130 Ma. Los bordes de los mismos zircones, arrojaron edades de 54 Ma. Zircones de otras dos muestras de migmatitas solo arrojaron edades de ca. 130 Ma. En este trabajo se presentan nuevos datos sobre el crecimiento en equilibrio de granate y zircón en migmatitas del Complejo Xolapa. Es muy difícil relacionar la cristalización del zircón con el crecimiento de granate usando relaciones textuales. Sin embargo, existe evidencia de que es posible hacer tal correlación con base en la composición de elementos traza de ambos minerales. Por lo tanto, estudiando los coeficientes de distribución entre zircón y granate es posible determinar si crecieron o no en equilibrio. Los coeficientes de distribución para los elementos de las tierras raras (D_{zrn/grt}) se calcularon usando por una parte

los bordes de los circones (54 Ma) y los bordes de los granates y por otra el núcleo de los granates con las zonas de edad cretácica de los zircones. Posteriormente se compararon los patrones de los coeficientes de distribución con los reportados por Rubatto y Hermann (2007) para diferentes temperaturas. Los resultados de tal comparación sugieren que el centro de los granates y las zonas de edad cretácica de los circones crecieron en equilibrio. Aunque es difícil asociar inequívocamente el crecimiento de granate a la fase de migmatización, las observaciones petrográficas permiten pensar que la cristalización ocurrió durante la etapa de fusión parcial. Lo anterior podría permitir establecer una relación entre la cristalización de los sobrecrecimientos intermedios en el zircón y el núcleo de los granates al evento Cretácico.

GEOQP-33 CARTEL

LOS MINERALES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL ESTADO DE SONORA

Silva Peña Nadia Elvira¹, Martínez Cuevas Fernando¹, Navarro Valencia Rosa Angélica¹ y Espinoza Encinas Iván Rosario²

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
aidan_arivle_@hotmail.com

El Estado de Sonora, localizado al noroeste de México, cubre una superficie de 179,355 km², la cual se encuentra dividida en cuatro provincias fisiográficas: Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, y Llanura Costera del Pacífico. La gran variedad de rocas y procesos geológicos que dieron lugar a la geomorfología actual de Sonora durante millones de años, generó a su vez la riqueza mineral del estado. Sonora se destaca a nivel nacional como primer productor de cobre, siendo la extracción de este metal la más importante del estado. El cobre es extraído de depósitos tipo pórfido cuprífero, los más importantes se localizan en las localidades de Cananea y Nacozari, presentando minerales como calcosita, calcopirita y covelita. En estos yacimientos es posible también encontrar otros minerales metálicos como molibdenita (molibdeno) y esfalerita (zinc), así como ciertos valores de oro y plata, aunque los mejores yacimientos de estos metales se encuentran en depósitos epitermales, con la presencia argentita (plata), malaquita (cobre) y galena (plomo). Uno de los depósitos epitermales más importante en la extracción de oro se encuentra en la población de Mulatos, al centro-este del estado. Sonora también es primer productor nacional de wollastonita, este mineral se encuentra asociado a depósitos tipo skarn, juntos con minerales de hierro como hematita, magnetita y goethita. Otros minerales no metálicos importantes en el estado son grafito, yeso, barita y halita. La presencia de estos minerales ha favorecido la actividad minera en el estado de Sonora, proporcionando el desarrollo de una actividad económica con la cual se ha identificado al estado a nivel nacional y ha generado beneficios económicos y de desarrollo social a la población del Estado de Sonora.

GEOQP-34 CARTEL

MODELO ESTRUCTURAL DE PÓRFIDOS CUPRÍFEROS EN LA REGIÓN NE DE SONORA

Sámamo Tirado Alma Patricia, Robles Quintana Carlos Gilberto, Rivera Ibarra Cristian Uzziel, Cuéllar Badilla Jeziel y Martínez Retama Silvia
Universidad de Sonora, UNISON
samamo@geologia.uson.mx

Los pórfidos de cobre de mayor importancia en México se localizan en el noreste de Sonora en la parte norte del cinturón magmático laramídico generado hace 90-40 Ma (Damon et al., 1983), el presente estudio corresponde a los yacimiento Washington, Tajo San Judas Tadeo y Cumobabi donde se presentan cuerpos de brechas con mineralización de Cu-Mo las cuales fueron afectadas por el proceso extensional Basin and Range dando lugar a la exposición de estos sistemas mineralizados. A partir de imágenes satelitales se generó un mapa geológico-estructural con Global Mapper para delimitar las zonas mineralizadas y fallas. El área estructuralmente consiste de fallas normales con dirección NW-SE con una extensión de 5 a 6 Km, NE-SW y E-W, así como estructuras semicirculares y circulares de 3 a 8 km de diámetro, estas producen zonas de alta porosidad que a su vez producen zonas mineralizadas como es este caso, depósitos de pórfidos de Cu-Mo. Las alteraciones presentes en el distrito de Cumobabi están asociadas, en primer lugar a la alteración potásica con mineralización consistente en pirita, cuarzo, calcopirita, molibdenita, anhidrita y apatito. En segundo lugar la alteración sericitica acompañada de calcopirita, ilmenita, tetraedrita, galena, anhidrita esfalerita, siderita y turmalina. El distrito Washington está caracterizado por una asociación de cuarzo-sericitita con mineralización de turmalina, pirita y calcopirita en menor grado. Los depósitos del NE de Sonora son de intra-arco continental y arco frontal, originados por centros eruptivos de larga duración, que reactivaron fallas profundas preexistentes, resultando estructuras de interés que son los controles para el emplazamiento de los intrusivos (plutones) que dieron origen a los pórfidos. Al sur continúa el cinturón de pórfidos principalmente de Cu-Mo en las cercanías de San Marcial y Suaqui Grande (denominado dominio central), en esta región de Sonora, los yacimientos difieren de la porción norte (San Judas, Washington y Cumobabi) por no aflorar el basamento Proterozoico, en Suaqui Grande la mineralización esta asociada a una zona de alteración potásica, mientras que en San Judas y Washington (dominio

norte) está asociada a alteración potásica y sericitica, en las inmediaciones de San Marcial se localizan yacimientos de carbón dentro de la Formación Barranca.

GEOQP-35 CARTEL

MICROMORFOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PERLITA

Sámano Tirado Alma Patricia, Rivera Ibarra Cristian Uzziel,
Robles Quintana Carlos Gilberto y Acosta Graciano Joel David
Universidad de Sonora, UNISON
samano@geologia.uson.mx

El área de estudio se localiza al NE de Sonora, en el Municipio de Huachineras, se trata de un depósito de perlita que corresponde al proyecto "La Bendición". La perlita es una roca volcánica vítrea (silicato de aluminio) formada por enfriamiento rápido, es amorfo y contiene entre 2 a 6% de agua atrapada en su estructura, localmente aflora a manera de capas con un espesor aproximado de 50 m, infrayaciendo a la perlita, afloran tobas de composición riolítica y en la parte superior, basaltos, andesitas, coronadas por riolitas. La descripción micromorfológica de la perlita se realizó mediante secciones delgadas impregnadas en resina, los parámetros estudiados fueron: forma, tamaño, rugosidad de la superficie, abundancia y distribución. Los resultados del estudio micromorfológico demostraron que la forma, tamaño, distribución de las partículas y la porosidad, determinan la capacidad de retención y movimiento del agua, la perlita es un material ligero, con densidad aparente entre 0.12 g cm⁻² a 1.3 g cm⁻² y que a mayor diámetro de las partículas menor densidad. Al analizar la muestra con difracción de rayos X, se observó en los picos de los difractogramas, el espectro con la misma intensidad, mostrando cierto grado de cristalización de la perlita. En pruebas de laboratorio se determinó que el mejor índice de expansión de la perlita (6.29) se logró a temperaturas entre 950-1000°C y determinando que se trata de perlita con muy buena expansión, al expandirse cada partícula es estéril, con pH neutro y contiene infinidad de espacios vacíos sellados en su interior, principalmente se usa en la industria de la construcción, para fabricación de concretos ligeros, para filtros y aislamiento térmico.

GEOQP-36 CARTEL

EL NUEVO LABORATORIO DE GEOCRONOLOGÍA AR-AR UNAM-CICESE

Ferrari Luca¹, López Martínez Margarita², Orozco Esquivel Teresa¹, Morán Zenteno Dante³ y Iriondo Alexander¹
¹Centro de Geociencias, UNAM
²Departamento de Geología, CICESE
³Instituto de Geología, UNAM
luca@unam.mx

Con el objeto de mejorar y actualizar las facilidades para estudios geocronológicos en México se ha sometido una propuesta conjunta UNAM-CICESE en la convocatoria de infraestructura de CONACYT 2014 que ha sido financiada en su totalidad. Gracias a este apoyo se instalará en el Centro de Geociencias (CGeo) de la UNAM un espectrómetro de masas multi-colector NGX para el análisis isotópico de Ar. Este espectrómetro es un instrumento de nueva generación con mejor sensibilidad que los equipos existentes en México y permitirá cubrir las diferentes necesidades de investigación y vinculación de la comunidad geocientífica mexicana. El espectrómetro NGX (<http://ngx.isotopx.com/overview/>) es el único fabricado con el multi-colector fijo y fue específicamente diseñado para el análisis simultáneo los isótopos de Ar por medio de cinco detectores Faraday y un multiplicador. El diseño del tubo de vuelo y el bajo volumen (menos de 800 cc) del espectrómetro permiten mejorar la sensibilidad del instrumento sin comprometer su resolución. Con estas características esperamos obtener edades más precisas utilizando pequeñas cantidades de muestra. El espectrómetro NGX cuenta con una línea de extracción de argón automatizada y sistemas de calentamiento para extracción de argón tanto por medio de láser como por un horno de resistencia. Esto permitirá realizar: 1) fusiones en un paso de monocristales, 2) calentamiento en etapas utilizando el láser y 3) calentamiento en etapas utilizando el horno de temperatura controlada. La extracción, operación del espectrómetro de masas y adquisición de datos se realizará con un solo programa en plataforma Windows7. La salida de datos se obtendrá en formato compatible para los programas de procesamiento de datos Ar-Ar actualmente en uso en el Laboratorio de Geocronología del CICESE. El método Ar-Ar continúa siendo uno de los métodos más utilizados en la Geocronología para la determinación de edades en muestras con una historia térmica compleja. Utilizando el láser será factible fechar monocristales por Ar-Ar que, en conjunto con fechamientos U-Pb en zircones, son fundamentales para entender la evolución de cámaras magmáticas de larga vida con presencia de anticristales. La técnica Ar-Ar es también útil para determinar la edad de cristales cuya formación está asociada a procesos metamórficos y al desarrollo de estructuras tectónicas como pliegues y fallas. Finalmente, la extracción de argón utilizando el horno de temperatura controlada permitirá realizar experimentos de difusión para calibrar la temperatura de cierre de diferentes minerales que, en conjunto con las edades obtenidas en otros minerales por diferentes métodos (U-Pb y trazas de fisión en zircones y apatitos) permiten reconstruir la evolución térmica y de exhumación de rocas intrusivas. El Laboratorio de Geocronología Ar-Ar UNAM-CICESE es una sinergia entre las dos instituciones para beneficio de la comunidad de Geociencias del país. En el futuro se plantea la posibilidad de que este nuevo Laboratorio forme parte de un Laboratorio

Nacional de Geocronología, que involucraría también otros laboratorios del país que desarrollan técnicas de geocronología.

GEOQP-37 CARTEL

EL LABORATORIO DE GEOCRONOLOGÍA DEL CICESE - AVANCES CON EL MS 10

Gradilla Martínez Luis Carlos, García García Miguel
Angel, Arregui Ojeda Sergio y López Martínez Margarita
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
gradilla@cicese.mx

El MS-10 es un espectrómetro de masas para determinar la concentración de los isótopos de argón. Las características del MS 10 todavía lo hacen particularmente útil en geocronología. Por ejemplo, cabe resaltar que la cantidad de muestra que se analiza en este espectrómetro puede ser de varios miligramos hasta 2 gramos, esto permite analizar muestras jóvenes con muy bajo contenido de potasio. En el Laboratorio de Geocronología del CICESE, el sistema de extracción de argón conectado al MS 10 está equipado con un horno de resistencia con temperatura controlada. Una vez liberado el argón, éste se purifica al someterlo a una serie de filtros alojados en diferentes cámaras de la línea de extracción. Las etapas de limpieza del gas constan de válvulas de transferencia y de aislamiento, trampas- filtros y bombas de vacío. La precisión de los experimentos Ar-Ar es función de varios factores, uno de ellos radica en la medición de la señal de fondo del sistema de extracción de argón denominado "blanco" el cual debe ser restado a la señal determinada en la muestra, por esta razón es fundamental en los experimentos Ar-Ar que el blanco y la muestra sean medidos exactamente en las mismas condiciones. Los tiempos de residencia del argón en las diferentes etapas del experimento deben ser reproducidos fielmente en ambos experimentos. Con este objetivo se sustituyeron las válvulas mecánicas por válvulas electro-neumáticas y se elaboró un sistema electrónico y software para el control automatizado de las válvulas. El sistema electrónico es una interface entre la tarjeta de adquisición y la línea de extracción, con un diseño que nos permite activar y monitorear el estado de las válvulas electro-neumáticas, el cual permite saber el estado de operación en que se encuentra, modo manual o remoto, estado de seguridad y en la parte frontal muestra el estado de válvulas en una representación visual de la línea de extracción. Consta de 4 tarjetas modulares, de diseño y fabricación propia. Las válvulas electro-neumáticas son controladas con un algoritmo diseñado de tal manera que permite la operación de la línea de extracción de forma automatizada, de modo que hace llegar la muestra de Ar al espectrómetro de masas e iniciar la determinación de la composición isotópica del argón. El algoritmo además de regular el paso de la muestra por las cámaras de vacío, se encarga de monitorear el estado de las válvulas y se asegura que la interface de control se encuentre en los modos de operación necesarios para su correcto funcionamiento. La automatización del sistema de extracción de argón del MS 10 ahora permite: disminuir errores de manipulación por el operador; proporciona mayor confiabilidad de los experimentos ya que los tiempos de residencia y transferencia del argón son iguales para el blanco y para la muestra; también permitirá realizar de manera rutinaria experimentos de difusión de argón para aprovechar la ventaja que ofrece el método de Ar-Ar de determinar al mismo tiempo en concentrados minerales su temperatura de cierre y edad.

GEOQP-38 CARTEL

GEOQUÍMICA ISOTÓPICA Y GEOCRONOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA.

Hernández Treviño Teodoro, Solís Pichardo Gabriela,
Martínez Serrano Raymundo Gerardo y Schaaf Peter
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
tht@geofisica.unam.mx

Aún cuando ya se cumplieron 50 años de los primeros estudios geocronológicos en México, la Geoquímica Isotópica es una disciplina que en los últimos 20 años ha sido fundamental para dar respuestas a problemas petrogenéticos y geocronológicos de las distintas regiones o provincias magmáticas, metamórficas y sedimentarias del país. Actualmente, México cuenta con tres laboratorios de Geoquímica Isotópica y Geocronología de donde se obtienen datos que cubren la demanda no sólo de los geocientíficos mexicanos, si no además de algunos geocientíficos extranjeros. Paralelamente, en Latinoamérica han surgido varios laboratorios geoquímico-isotópicos, como en Brasil, quien también cumplió 50 años de estudios de Geocronología. En Argentina y Chile se está trabajando para contar con facilidades similares. Esta necesidad geocientífica se ha multiplicado en Sudamérica; sin embargo, en toda la región se utilizan los datos que obtienen en laboratorios de Brasil, donde hay instalaciones y equipos de última generación. Este alcance analítico que se ha logrado en las geociencias de Latinoamérica ha generado un intercambio de información mediante reuniones científicas internacionales creándose, por ejemplo, el South American Symposium on Isotope Geology (SSAGI), donde en años recientes han participado científicos mexicanos. El Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica de la UNAM se postuló para organizar en mayo de 2016 el 10th SSAGI en Puerto Vallarta México. El objetivo de organizar este simposio en México es establecer un acercamiento con geocientíficos y laboratorios de sur y norte América con la idea de encontrar

colaboración científica para homogeneizar las distintas teorías de la Historia Geológica de nuestra América.

GEOQP-39 CARTEL

ANÁLISIS DE MUESTRAS VÍTREAS PRENSADAS Y FUNDIDAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS-X PARA LA COMPARACIÓN DE CONCENTRACIONES EN ELEMENTOS MAYORES OBTENIDOS

Bernal Alzate Claudia Adilene¹, Lozano Santacruz Rufino² y Vidal Solano Jesús Roberto³

¹Universidad de Sonora, UNISON

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

cadybernal@hotmail.com

Muestra prensada: es muy útil para el análisis de elementos en concentraciones bajas ca. 0.1% (elementos traza), pero también puede ser útil para el análisis de elementos mayoritarios cuando la muestra es difícil de fundir debido al contenido de metales, sulfuros o materia orgánica en concentraciones altas es decir, >1%. Las diluciones comúnmente utilizadas llevan entre 10 y 20% de material aglutinante, mismo que puede ser cera, celulosa, ácido bórico, u otros compuestos cuya fórmula incluya sólo elementos químicos como Hidrogeno, Litio, Boro y Oxígeno. Muestra Fundida: es útil para el análisis de elementos mayoritarios y algunos elementos traza de los que se encuentran en mayores proporciones. Las diluciones recomendadas dependen del tipo de instrumento para realizar la fusión, los hornillos de mechero Fisher sólo alcanzan temperaturas de 1050°C, por lo que se recomienda usar de 2%, 5% a hasta un máximo de 10%. Las concentraciones más bajas (2%), se utilizan en algunos con Minerales de Hierro con concentraciones de Fe₂O₃ total >50% en peso). El motivo de tal dilución es que la estabilidad del vidrio obtenido es baja y termina por cristalizar y romperse cuando la concentración usada es de 5% en peso o mayor. En el presente estudio se trabajó con muestras prensadas que contenían 5.6 g de muestra y 1 g de cera, y para las muestras fundidas se utilizó 0.4 g de muestra y 8 g de fundente (5% aproximadamente). La intención de realizar comparaciones entre ambas técnicas es el reconocimiento de los elementos mayores que se pueden obtener en muestra prensada, y la calidad de los resultados obtenidos de las concentraciones de éstos a los de muestra fundida. De esta manera, elaborando únicamente un tipo de muestra y un solo análisis, aumentando la eficiencia de preparación de muestra, tiempo requerido y obtención de datos.

GEOQP-40 CARTEL

RAMAN SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF VOLCANIC ASH FROM POPOCATÉPETL

González Guevara José Luis¹, Arévalo Aguilar Luis Manuel¹, Frausto Reyes Claudio², Martínez Mirón Yleana Claudia¹ y Sánchez García Raúl¹

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

²CIO, Aguascalientes

jose.gogu@gmail.com

Volcanic ash contains a variety of inorganic oxides. The chemical composition of Popocatepetl volcano has been extensively studied by different methods. We present a Raman spectroscopy investigation of volcano ash contingency of the may 7, 2013. These investigations show Raman spectroscopy as a good analytical tool in the study of volcanic ash. In this opportunity we used a excitation laser with wavenumber 222 1/cm, and graphics has been realised with MATLAB program.

GEOQP-41 CARTEL

INTERPRETACIÓN SOBRE LA REDUCCIÓN DE LAS INTENSIDADES EN LOS PICOS DE LOS DIFRACTOGRAMAS DE MATERIALES QUE HAN SIDO DOPADOS CON AG Y PB

Mendoza Abraham, Palafox Juan J., Flores Nohemy,

Flores Joaquín, Berman Dainet y Flores Mario

Universidad de Sonora, UNISON

mendozacordova@ciencias.uson.mx

La técnica de DRX es esencial en la caracterización de materiales, es el medio indicado para determinar el tipo de fase y obtener su respectiva información estructural. Particularmente en los materiales dopados los difractogramas pueden mostrar señales como corrimiento de los picos, lo cual es interpretado como una distorsión de la red [1], por otra parte, se puede observar una variación en la intensidad de los picos, para el caso de materiales dopados con tratamiento térmico la intensidad se puede incrementar como lo ha demostrado A. Guinier en lo que denomina agitación térmica de los cristales [2]. Para el caso de la reducción del tamaño de los picos, en experimentos que hemos realizado con CdS dopado con Ag y zeolitas dopadas con Pb, presentamos una interpretación sobre el decaimiento de la intensidad de la radiación en base al principio del fenómeno físico de la difracción de la luz basado en el experimento de la doble rendija, donde se demuestra que la luz se difracta si su longitud de onda es del orden de las dimensiones de la ranura

por donde pasa. Nuestra conclusión se sustenta con los análisis de composición de los materiales obtenidos con SEM.

GEOQP-42 CARTEL

MODELOS PALEO Y NEOCLIMATOLÓGICOS CON BASE EN ANÁLISIS GEOQUÍMICOS Y AMBIENTALES DE BIVALVOS RECIENTES Y FÓSILES SELECCIONADOS PROVENIENTES DEL ÁREA DE BARRA DE CAZONES - TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO

Sánchez-Beristain Francisco¹, Walliser Eric-Otto², Maya-Hernández

Roberto¹, Carrasco-Hernández Brenda³ y García-Barrera Pedro¹

¹Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM

²Universität Mainz

³Facultad de Ciencias, UNAM

sanchez@ciencias.unam.mx

El área de Tuxpan-Barra de Cazonas se caracteriza por la presencia de un ambiente costero. Se encuentra en el estado mexicano de Veracruz, que incluye a los principales sitios de extracción de petróleo en México. A pesar de la contaminación derivada de esta actividad, ésta área alberga una gran diversidad de especies de moluscos bivalvos fósiles y recientes, que rara vez han sido objeto de estudios geoquímicos en México. Una de estas especies es *Dosinia discus* (Reeve, 1850). Se puede encontrar a lo largo de toda la costa atlántica de América del Norte, que va desde el este de Canadá hasta el Golfo de México (Gingras et al., 2008). Aparte de los conocimientos que habita en las costas rocosas y ambientes intermareales, muy poco se conoce sobre su biología. Gingras et al. (2011) propusieron un marco interpretativo, denominado "proceso icnológico", que proporciona un medio mejorado para estimar la presencia y magnitud de varios factores de estrés deposicional (tanto físicos como químicos), como por ejemplo, la turbidez del agua, las tasas de sedimentación, la consistencia del sustrato, la salinidad, y la oxigenación. Ellos utilizaron a la especie *Dosinia discus* como modelo para su propuesta. En este estudio, los aspectos particulares de la biología de *Dosinia discus* y de diversos especímenes fósiles de *Pecten* de la Formación Tuxpan (Mioceno-Plioceno) fueron determinadas con la ayuda de estudios geoquímicos, que incluyen la medición de isótopos estables (¹³C, ¹⁸O) y de elementos traza, tales como vanadio, cobre, níquel y cobalto. Los resultados muestran una estacionalidad media tanto en fósiles como en conchas recientes, además de un notable enriquecimiento de elementos traza en muestras recientes, posiblemente atribuibles a la contaminación relacionada con la extracción de petróleo. Además, el modelo de Gingras et al. (2011) se puede utilizar como un complemento para establecer un modelo paleo- yneoclimatológico para los bivalvos que habitan en toda la zona Tuxpan-Barra de Cazonas. Referencias Gingras, M. K., MacEachern, J. A., Dashtgard, S. E. (2011). Process ichnology and the elucidation of physico-chemical stress. *Sedimentary Geology* 237 (3): 115-134. Gingras, MK, Pemberton, SG, Dashtgard, S., Dafoe, L. (2008). How fast do Marine Invertebrates Burrow? *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology* 270 (3): 280-286.

Sesión Regular

Modelación de sistemas geofísicos

Organizador:
Guillermo Hernández

MSG-1

¿QUÉ SE HACE CON LA MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL?

Herrera Revilla Ismael
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
iherrerarevilla@gmail.com

Las Matemáticas tienen dos grandes vertientes: la Matemática Pura, que mira hacia su interior y se ocupa de los problemas internos de esa ciencia, y la Matemática Aplicada que mira hacia su exterior y enriquece al matemático con los problemas de su entorno. En la actualidad, la esencia de la Matemática Aplicada es la Modelación Matemática y Computacional (MMC), la cual ha demostrado ser extraordinariamente fecunda. Además, los problemas que surgen en las aplicaciones motivan continuamente nuevos temas cuyo estudio frecuentemente origina investigaciones de gran profundidad e interés científico y tecnológico, como en el ámbito mundial ha sucedido en los últimos cincuenta años, correspondientes a la última parte del Siglo XX y lo que va del XXI. En esta plática me propongo presentar una visión integrada de las aplicaciones e investigaciones metodológicas básicas que he realizado con la MMC.

MSG-2

"LA MMC EN LA RECUPERACIÓN MEJORADA DEL PETRÓLEO"

Herrera Revilla Ismael
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
iherrerarevilla@gmail.com

Generalmente, los yacimientos petroleros cuando se descubren están sometidos a una presión sumamente elevada, por lo que cuando se inicia su explotación esa presión es suficiente para mantener la extracción de su petróleo. Esta forma de producir el yacimiento termina cuando su presión interna desciende tanto que ya no es económico continuar aplicándola y este primer periodo de explotación se le llama producción primaria. A continuación se inicia la llamada producción secundaria, en la que se inyecta un fluido, generalmente agua, con el propósito de elevar la presión de las fases que contienen los hidrocarburos. Además, existen tecnologías más avanzadas que se aplican posteriormente -o en el caso de campos petroleros de difícil explotación como el de Chicontepec, desde un principio- cuyo uso permite ampliar sustancialmente el rendimiento. La manera de aplicar en forma eficaz todas estas técnicas requiere del uso de la modelación matemática y computacional (MMC), por lo que la producción petrolera es un área muy importante de aplicación de la MMC y en esta plática se da una visión panorámica de ella.

MSG-3

MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN DE DOMINIO APLICADO A FLUJO Y TRANSPORTE SUBTERRÁNEO

Hernández García Guillermo de Jesus, Herrera Revilla Ismael y Herrera Zamarrón Graciela
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
ghdez@geofisica.unam.mx

El método de descomposición de dominio, DDM, ha sido investigado recientemente por varios autores para problemas bidimensionales y tridimensionales elípticos y parabólicos. Este método es atractivo porque permite procesamiento en paralelo de mallas más finas en el enfoque del dominio en los problemas del transporte. El DDM es una manera más eficaz de aplicar el procesamiento en paralelo a la solución de ecuaciones diferenciales parciales; este trabajo presenta un DDM no superpuesto: el 'espacio vectorial derivado', DVS, introducido recientemente (Herrera et al., 2008-2013) que provee un marco adecuado para el tratamiento unificado por el DDM no superpuesto de sistemas simétricos, no-simétricos e indefinidos. El DVS es un espacio lineal de dimensión finita, que es una realización de un espacio producto. Constituye un espacio de Hilbert con respecto a un producto interno definido independientemente de las ecuaciones diferenciales parciales para ser tratados. También es un escenario que existe por sí mismo independientemente de los problemas considerados y puede ser utilizado como un marco en el que cualquier problema puede ser definido y en su ámbito también puede ser tratado por cualquier método. Por lo tanto, el DVS es un escenario adecuado para el desarrollo de una teoría unificadora general del DDM no superpuesto. En ella, se pueden tratar sistemas no-simétricos e indefinidos. En el marco DVS cuando un método de discretización se aplica, el problema original se transforma en otro equivalente definido en el DVS, que es un espacio de producto, y todo el trabajo se lleva a cabo en él, y no como en otras formulaciones. La aplicación de este método y los diferentes métodos numéricos, al flujo y transporte en medios porosos, hace posible obtener una eficiente paralelización de las ecuaciones que gobiernan en problemas con advección dominante. Por otro lado, el movimiento tridimensional de agua subterránea de densidad constante en un medio poroso heterogéneo y anisotrópico es descrito por una ecuación diferencial parcial parabólica, cuya solución es resuelta por un código bien conocido: el MODFLOW. En este trabajo se propone aplicar DVS a MODFLOW para la solución en paralelo de problemas de flujo. Asimismo se propone paralelizar otro código conocido para la solución de la ecuación de transporte.

MSG-4

PARALELIZACIÓN DE CÁLCULOS PVT MEDIANTE EL USO DE GPUS

de la Cruz Salas Luis Miguel, Zavala Sosa Emilio y Naranjo Vega Leonardo A.
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
luiggix@gmail.com

La solución numérica de recuperación mejorada de hidrocarburos requiere del cálculo de relaciones de equilibrio termodinámico entre las diferentes fases del sistema (cálculos PVT). En cada iteración de la simulación de recuperación mejorada de hidrocarburos se obtienen las siguientes variables: presión (para aceite y gas), temperatura (en el caso de un simulador no isotérmico), velocidad, densidades molares totales de cada componente y saturación (para cada fase). En una etapa intermedia del cálculo de la solución de estas variables, el equilibrio termodinámico del sistema se actualiza mediante cálculos flash, con lo que se establece un nuevo balance de masa entre las fases. Esta operación se realiza para cada nodo de la malla. Después de realizar el cálculo flash para cada fase se obtienen las fracciones molares, el volumen molar y la fugacidad, variables que son necesarias para proceder con la siguiente iteración de la simulación. En este trabajo se ha desarrollado un software para realizar los cálculos anteriores. Este software está modularizado (escrito en C++) he incluye un ciclo para la minimización del error además de ciclos anidados correspondientes a algoritmos tipo Newton-Raphson. Estas son las operaciones numéricas principales y las que toman más tiempo de cómputo, por lo que son las que se paralelizan usando CUDA en GPUs. Se toma ventaja de la completa independencia que hay entre los cálculos flash en un nodo con respecto a todos los otros nodos de la malla. De esta manera, en cada paso de tiempo, cada hilo de ejecución del GPU realiza un cálculo flash por nodo de la malla actualizando la presión y temperatura en esa posición. Se presentan varios ejemplos y un análisis de eficiencia de esta técnica de optimización.

MSG-5

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE RECUPERACIÓN MEJORADA DE HIDROCARBUROS USANDO LA TÉCNICA DE LÍNEAS DE CORRIENTE

Ramos Becerra Gustavo, de la Cruz Salas Luis Miguel y Herrera Revilla Ismael
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
comequark@gmail.com

En la industria petrolera se ha renovado el interés en la simulación de yacimientos mediante la técnica de líneas de corriente. Esto se debe principalmente a los nuevos desarrollos tecnológicos para la caracterización de yacimientos de hidrocarburos; actualmente es posible generar modelos estáticos de gran escala con información geológica y geofísica en varios millones de celdas. La técnica de líneas de corriente (SLS por sus siglas en inglés) ofrece un gran potencial para llevar a cabo simulaciones de tales modelos eficientemente, generando una visión rápida del flujo de fluidos en medios porosos anisótropos y heterogéneos. En este trabajo se presentan las ecuaciones matemáticas gobernantes para modelar la recuperación de hidrocarburos promovida por la inyección de Nitrógeno (N₂) en el yacimiento. Estas ecuaciones están planteadas para que sea posible aplicar la técnica SLS: se tiene una ecuación de presión y varias ecuaciones de transporte. El desacoplamiento y linealización de las ecuaciones se realiza resolviendo primero la ecuación de presión de manera implícita. Con esta presión se calcula la velocidad de las fases fluidas (agua, gas y aceite) mediante el uso de la ley de Darcy. Después, se trazan líneas corriente usando la velocidad recientemente calculada. Las ecuaciones de transporte se resuelven sobre las líneas de corriente sin tomar en cuenta gravedad ni presión capilar. Estos efectos, que son transversales a las líneas, se toman en cuenta después usando la técnica de descomposición de operadores. Se usa un programa PVT para realizar los cálculos flash en cada paso de tiempo. El modelo numérico de las ecuaciones se realiza con el método de volumen finito. Se presentan varios ejemplos de solución aplicando esta técnica en un campo mexicano.

MSG-6

SIMULACIÓN EN PARALELO DEL MODELO DE PETRÓLEO NEGRO USANDO LA TÉCNICA DE LÍNEAS DE CORRIENTE EN MALLAS NO ORTOGONALES

Cervantes Cabrera Daniel A., Leriche Vázquez Renato,
Salazar Sánchez Alejandro y de la Cruz Salas Luis Miguel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
dcchivela@gmail.com

En este trabajo se presenta una simulación en paralelo del modelo de petróleo negro. La simulación se realizó en una malla no ortogonal de un campo mexicano. La estrategia de solución numérica se basa en la técnica de líneas de corriente. Para realizar lo anterior, las ecuaciones gobernantes de aceite negro se formulan en términos de una ecuación de presión y dos de saturación. El procedimiento de solución se basa en el método IMPES (Implicit Pressure, Explicit Saturation), con el cual las ecuaciones se desacoplan y se pueden resolver de manera secuencial. Primero se discretiza la ecuación de presión sobre la malla no ortogonal usando el método de volumen finito y se resuelve de manera explícita con un método de Krylov

en paralelo usando descomposición de datos. Esta presión es utilizada en la ley de Darcy para obtener la velocidad en la malla. La velocidad nos ayuda a calcular las líneas de corriente en todo el dominio de estudio. El algoritmo de trazado de líneas de corriente es semi-analítico y nos permite obtener una alta precisión en los cálculos. Finalmente, las ecuaciones de saturación se transforman a ecuaciones en una dimensión definidas sobre las líneas de corriente. El cálculo de las saturaciones sobre cada línea es independiente de los otros, de tal manera que es posible realizar estos cálculos en paralelo. Se presentan los resultados de la simulación para un caso en donde la fase gas no está presente. Esta simulación se realiza con datos de un yacimiento mexicano que es heterogéneo y anisótropo. Se muestra un análisis de aceleración y eficiencia con diferente número de procesadores.

MSG-7

MODELADO NUMÉRICO DE FLUJO EN DOS FASES CON PROCESOS TÉRMICOS EN MEDIOS POROSOS

Teja Juárez Víctor Leonardo y de la Cruz Salas Luis Miguel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
vleonardo.teja@gmail.com

La declinación de producción de hidrocarburos por recuperación primaria y secundaria a provocado el desarrollo de métodos de recuperación mejorada de hidrocarburos (EOR, por sus siglas en inglés), los cuales pueden aplicarse a los yacimientos maduros de hidrocarburos Mexicanos. Por este motivo, el estudio y análisis de los métodos de EOR son un área de oportunidad para cubrir a mediano plazo la demanda de extracción de hidrocarburos en México. Entre los métodos EOR, se encuentran los métodos térmicos con los cuales se encuentran inyección de vapor (SAGD) y combustión. En estos casos la viscosidad y otras propiedades de los fluidos se modifican, permitiendo un mejor flujo de los hidrocarburos hacia los pozos productores. En este trabajo se modela un flujo en dos fases (agua y aceite) sujeto a cambios de temperatura en medios porosos irregulares. El modelo matemático que se presenta, está formulado en términos de una ecuación de presión para el aceite y una ecuación de saturación para el agua; estas ecuaciones se resuelven de manera secuencial aplicando en método IMPES (Implicit Pressure, Explicit Saturation). La metodología aplicada en este trabajo consiste fundamentalmente de 4 pasos: 1) se genera el sistema coordenado curvilíneo ajustado a la geometría a modelar; 2) se transforman las ecuaciones del modelo matemático incluyendo las condiciones de frontera, esta transformación permite mapear un sistema coordenado curvilíneo a un sistema coordenado regular, lo que facilita la solución del modelo; 3) se aplica el método de Volumen Finito para la discretización de las ecuaciones en el dominio de solución; 4) se resuelven las ecuaciones discretas mediante un algoritmo numérico eficiente. Como ejemplo de aplicación se resuelve el caso de Buckley-Leverett isotérmico y con cambios de temperatura en tres geometrías irregulares. Se presentan resultados numéricos para diferentes valores de los parámetros térmicos y de los fluidos.

MSG-8

SOLUCIÓN NUMÉRICA DE FLUJO BIFÁSICO INCOMPRESIBLE USANDO EL MÉTODO DE LÍNEAS DE CORRIENTE Y FUNCIONES DE BASE RADIAL

Strempler Chávez Germán y de la Cruz Salas Luis Miguel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
gstremplermx@hotmail.com

En este trabajo se presenta la solución numérica de flujo bifásico incompresible e inmiscible en medios porosos. El modelo matemático para este caso consiste de dos ecuaciones diferenciales parciales, no lineales y acopladas. Cada ecuación se obtiene del balance de masa para cada fase, en este caso agua y aceite. Dichas ecuaciones se transforman en una ecuación de presión y una de saturación. La primera se resuelve numéricamente en una malla tridimensional usando el método de volumen finito. Esta velocidad nos permite trazar un conjunto de líneas de corriente en todo el dominio mediante el uso de la ley de Darcy. La premisa de la simulación con líneas de corriente (SLS por sus siglas en inglés) es aproximar los cálculos tridimensionales del transporte de las diferentes fases a través de la solución de un conjunto de ecuaciones en una dimensión a lo largo de las líneas. Además de ser un estrategia rápida, es posible modelar medios porosos con muchas heterogeneidades: la geometría y densidad de las líneas reflejarán el impacto geológico sobre los caminos preferenciales del flujo. Debido a que el caso que se estudia en este trabajo puede producir discontinuidades en el cálculo de las saturaciones, es necesario utilizar metodologías capaces de lidiar con ellas. En este trabajo se utilizó el método de funciones de base radial para resolver las ecuaciones unidimensionales sobre cada línea de corriente. Se presentan varios ejemplos en donde se realizó un análisis de convergencia y precisión de los resultados.

MSG-9

UNA FORMULACION MIXTA PARA FLUJO BIFASICO

Vera Norberto
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
nrbtrvr@gmail.com

En este trabajo se presenta una formulación mixta para el problema de flujo bifásico inmiscible incompresible agua-aceite, considerando una geometría general tridimensional y los campos físicos velocidad, presión y saturación de cada fase. En el planteamiento del modelo matemático se utilizan las ecuaciones de balance de masa y ecuaciones constitutivas de Darcy para cada fase, la restricción de saturación total del medio y la presión capilar entre las fases. En la formulación del modelo matemático para el problema de flujo bifásico se consideran los campos: velocidad total u , presión global p , flujo de saturación w y saturación de la fase acuosa S . El modelo es formulado como dos modelos mixtos acoplados, el primero en términos de los campos (velocidad total-presión global) y el segundo con base en los campos (flujo de saturación-saturación). Los modelos son formulados variacionalmente para incorporar condiciones de frontera y discretizados utilizando elemento finito mixto para obtener una solución aproximada. Obtenida una solución aproximada de los campos matemáticos, se recuperan los campos físicos del problema, esto es, se obtiene una versión aproximada para la velocidad, presión y saturación de cada fase. Se muestran los resultados de un experimento numérico considerando una geometría general tridimensional.

MSG-10

MODELOS MATEMÁTICOS DE FLUJO MONOFÁSICO ANÓMALO EN MEDIOS POROSOS CON PROPIEDADES FRACTALES

Linares Pérez Juan Eduardo¹ y Díaz Viera Martín Alberto²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto Mexicano del Petróleo, IMP

eduardo_linares@comunidad.unam.mx

La motivación fundamental del presente trabajo fue desarrollar modelos matemáticos de flujo monofásico anómalo, debido a que en ciertos casos se ha observado que las pruebas de presión en yacimientos naturalmente fracturados, exhiben un comportamiento diferente al previsto por modelos obtenidos con geometría Euclidiana. Algunos autores consideran que dicho comportamiento se puede describir mediante modelos que consideren las características fractales de los yacimientos. Más recientemente se han introducido medidas fraccionales para medios fractales isotropos o anisotropos y se han aplicado a problemas en mecánica de medios continuos desde un enfoque fractal. El objetivo de esta tesis fue establecer una metodología sistemática para derivar modelos en medios continuos con propiedades fractales, partiendo de una revisión de la metodología sistemática de la modelación de medios continuos y después generalizándola con la teoría de medios continuos fractales desarrollada primero para medios isotropos y luego para medios anisotropos. Aplicando la metodología establecida, se derivaron tres modelos de flujo monofásico en medios porosos con propiedades fractales desde un enfoque de la modelación matemática y computacional. Primero se desarrollaron dos modelos para medios isotropos fractales, uno basado en la ley de Darcy convencional y otro basado en una ley de Darcy derivada para medios fractales isotropos, luego se desarrolló un tercer modelo para medios fractales anisotropos basado en una ley de Darcy derivada para medios fractales anisotropos. Las ecuaciones diferenciales fraccionales de los modelos obtenidos se pueden expresar como ecuaciones convencionales en derivadas enteras con coeficientes numéricos adicionales. Los experimentos numéricos arrojaron un comportamiento coherente con la cuestión de la difusión anómala, donde la presión cae a un ritmo más rápido o más lento con respecto al modelo de flujo convencional en función de los parámetros fractales de los modelos, es decir, de la dimensión fractal de masa (D) o de la dimensión fractal de frontera (d).

MSG-11

CONSERVATIVE SCHEMES FOR SOLVING DIRECT AND ADJOINT ADVECTION-DIFFUSION EQUATIONS ON A SPHERE

Skiba Yuri N.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
skiba@unam.mx

A 2D advection-diffusion equation (ADE) describing a dispersion of a physical substance on the surface of a sphere is considered. The equation also takes into account the external forcing and exponential decay of the substance with time. It is assumed that the velocity field is given, while the diffusion and external forcing can nonlinearly depend on the solution. In the linear case, the corresponding adjoint problem is constructed by using the operator, which is adjoint to the ADE operator. The adjoint operator is defined by using Lagrange's identity in a Hilbert space. In the nonlinear case, the adjoint operator is constructed to the ADE operator linearized in each rather small time interval. Balanced and unconditionally stable numerical schemes for solving the ADE and the corresponding adjoint problem are

proposed. The whole surface of sphere is partitioned into a set of non-overlapping grid cells including two round pole cells, and spherical shifted grids are used for the solution, velocity components, diffusion coefficients and forcing. The discretization of the ADE (and the corresponding adjoint equation) in space is carried out with the finite volume method based on applying Gauss's theorem to each grid cell. The discretization of these equations in time is performed by using Marchuk's two-cycle splitting method and Crank-Nicolson schemes. The numerical schemes obtained are of second order approximation in space and time. The schemes are balanced in that the sum of the discrete equations over all grid points gives the balance of total mass in the discrete system. Besides, in the absence of external forcing and the exponential decay, the total mass of the discrete system is conserved in time. The direct and adjoint numerical schemes are unconditionally stable, since each one-dimensional split scheme is unconditionally stable. Moreover, in the absence of external forcing and dissipation (that is, the diffusion and the exponential decay), the L2-norm of numerical solution is conserved in time. The split one-dimensional periodic problems in longitudinal direction are solved with the Sherman-Morrison formula. The split one-dimensional problems in latitudinal direction are solved by the bordering method that requires the separation of the solution values in the poles. Then Thomas's factorization method is used to solve the linear problems with tridiagonal matrices. The method is direct (without iterations), efficient and rapid in realization. Parallel processors can be used in solving split equations. The new method can solve problems of global transport of various substances (pollutants, heat or humidity, etc.) in the barotropic atmosphere. The application of method to linear and nonlinear diffusion problems, pure advection problems and some elliptic problems on a sphere is also discussed. The new algorithm can also be a spherical part of a more general splitting algorithm developed for solving various three-dimensional advection-diffusion problems, linear and nonlinear diffusion problems (nonlinear temperature waves, combustion), pure advection problems and some elliptic problems arising in meteorology, geophysics, plasma physics, chemical kinetics and ecology. Numerical results for some linear and nonlinear diffusion problems are shown.

MSG-12

PARAMETER ESTIMATION OF CONSTANT AND INSTANTANEOUS POINT SOURCES: A METHOD BASED ON THE ADJOINT EQUATIONS

Parra Guevara David y Skiba Yuri N.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

The parameter estimation of point sources based on noisy data of the pollutant concentration is an inverse problem which appears in the study of pollution in different mediums (ocean, atmosphere and groundwater). The solution of such a problem is relevant in the efforts to distribute liability among parties potentially responsible for local and regional contamination, the environmental impact assessment as well as the definition of actions to protect the settled population in polluted zones. Particular instances of application are the identification of characteristic parameters of accidental radioactive leakages in the sea [5], and the assessment of intensity and location of nuclear testing or terrorism-related events by using observations of radionuclides in the atmosphere [3,4]. In the study of this inverse problem, the developed methods frequently use analytical solutions of a simple dispersion model of pollutants (Gaussian plume model) that limits their application only to the cases of steady conditions of dispersion in the respective medium [1,5]. In this work, we formulate a method to estimate the parameters of constant and instantaneous point sources by using a three-dimensional dispersion model with space and time-dependent coefficients, the corresponding adjoint model and noisy time series of the air pollutant concentration [2]. It is shown that both linear models (direct and adjoint) are well posed in the sense of Hadamard. To solve the inverse problem, we establish integral equations to exhibit the explicit relation between the source parameters and the anomaly of concentration data in a monitoring site. The solution of the adjoint model is used as the kernel in such equations. By means of these integral equations and the mean value of errors in data, we define non-linear functions of localization whose zeros determine the site and moment of emission in the case of an instantaneous source, and the site of emission in the case of a constant point source. Then, for both cases, the intensity of the source is calculated directly from the respective integral equations. Finally, we suggest a generalization of the method. References 1. Neupauer, R.M., Borchers, B. & Wilson, J.L. (2000). Comparison of inverse methods for reconstructing the release history of a groundwater contamination source. *Water Resources Research*, 36(9), 2469-2475. 2. Parra-Guevara, D. & Skiba, Y.N. (2013). Adjoint approach to estimate the non-steady emission rate of a point source. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 3(6), 763-776. 3. Pudykiewicz, J. (1998). Application of adjoint tracer transport equations for evaluating source parameters. *Atmospheric Environment*, 32(17), 3039-3050. 4. Seibert P., Frank, A. & Kromp-Kolb, H. (2002). Inverse modelling of atmospheric trace substances on the regional scale with Lagrangian models. *Proceedings from the EUROTRAC-2 Symposium 2002*, Margraf Verlag, Weikersheim, 1-6. 5. Sharma, L.K., Ghosh, A.K., Nair, R.N., Chopra, M., Sunny, F. & Puranik, V.D. (2014). Inverse modeling for aquatic source and transport parameters identification and its application to Fukushima nuclear accident. *Environ. Model. Assess.*, 19, 193-206.

MSG-13

FEATURE ENHANCED SENSING IN HARSH ENVIRONMENTS: SURVEYS, NEW RESULTS AND APPLICATION PERSPECTIVES

Shkvarko Yuriy
CINVESTAV, Guadalajara
shkvarko@gdl.cinvestav.mx

Keywords: remote sensing; feature enhanced radar imaging; multilevel regularization. 1. Motivation and challenges in relation to prior works: –In modern microwave remote sensing (RS) computational imaging applications [1–3], etc., the enhancement of low resolution RS imagery is stated and treated in a framework of nonparametric inverse problems of reconstructing the RS scattered field spatial spectrum pattern (SSP) i.e., an estimate of the average power reflectivity (the second order statistics) of the wavefield scattered from the 2-D extended remotely sensed scene referred to as its RS image. In harsh sensing environments, the SSP recovery inverse problem solution is complicated due to the random speckle noise, perturbations in the signal formation operator (SFO) and possible system calibration errors that cause multiplicative SFO degradations with the statistics unknown to the observer [3]. The challenging proposition is to solve such uncertain SSP retrieval inverse problem with considerable resolution enhancement over noise suppression gains performed in an efficient speeded-up iterative fashion. To attain these goals, in [2, 3] we proposed extension of the descriptive experiment design regularization (DEDR) framework [2] for the balanced image resolution enhancement over noise suppression via incorporating into the conventional DEDR the additional feature enhancing regularization modalities. There, we demonstrated (via extensive simulations) that the developed family of the FE-DEDR-related techniques outperforms the most prominent competing methods in the literature [1–3]. 2. Methodological and algorithmic developments: –To develop the new framework for FE sensing in harsh environments in [2, 3], we unified the minimum risk inspired conventional DEDR method [2] with the dynamic variational analysis (VA) inspired total variation (TV) image enhancement paradigm [3]. Those incorporate the l2-l1 metrics-structured sparsity preserving regularizing projections onto convex solution sets (POCS) with adaptive adjustments of the DEDR-, the TV- and the POCS-level regularization degrees of freedom. Thus, our new FE-DEDR framework unifies the “model-based” DEDR approach for high-resolution space-time adaptive data processing [2] with the “model-free” VA-inspired dynamic TV-POCS paradigm [3] providing to the observer a possibility to control the order, the type and the amount of the employed multilevel regularization (at the DEDR level, at the TV level, and at the sparsity promoting POCS level, correspondingly) in the relevant adaptive RS imaging procedures. Our study reveals that with the aggregated FE-DEDR approach, the overall RS image enhancement performances are improved if compared with those obtained using the most prominent competing methods in the literature. REFERENCES 1. H.H. Barrett, K.J. Myers. *Foundations of Image Science* — New York: Wiley, 2004. 2. Y.V. Shkvarko. Unifying experiment design and convex regularization techniques for enhanced imaging with uncertain remote sensing data // *IEEE Trans. Geosc. Remote Sensing*. — 2010. — Vol. 48. — No. 1. — pp. 82-111. 3. Y.V. Shkvarko, J. Tuxpan, S.R. Santos. Dynamic experiment design regularization approach to adaptive imaging with array radar/SAR sensor systems // *Sensors*. — 2011. — Vol. 11. — pp. 4483-4511.

MSG-14

CAPAS-SMART: UNA ALTERNATIVA SIMPLE Y ROBUSTA A LAS ESTRATEGIAS PML PARA ELASTODINÁMICA

Tago Pacheco Josue¹, Metivier Ludovic² y Virieux Jean²
¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²Université Joseph Fourier
josue.tago@gmail.com

Las condiciones de frontera absorbentes son requeridas para simulaciones elastodinámicas en dominios finitos. Las capas perfectamente acopladas (PML) se han convertido en el estado del arte desde su introducción (Bérengrer 1994). Las estrategias PML han probado ser muy eficientes y de fácil implementación. Sin embargo, en ocasiones inestabilidades numéricas originadas en las capas PML pueden aparecer; incluso para medios isotrópicos. Para el caso de un medio anisotrópico, se ha demostrado que las PML tienen una respuesta amplificadora, i.e. inestabilidades numéricas (Bache et al. 2003). Para retardar la aparición de estas inestabilidades en las PML, diferentes estrategias se han propuesto (Meza-Fajardo & Papageorgiou 2008; Martin et al. 2008; Etienne et al. 2010). Sin embargo, no garantizan la estabilidad a largo plazo y generalmente conducen a menor eficiencia de absorción. Recientemente, un nuevo método, llamado capas- SMART, ha sido propuesto con la prueba matemática de ser estable aún para un medio anisotrópico (Halpern et al. 2011; Metivier et al. 2013). El método capas-SMART es robusto y fácil de diseñar. Sin embargo, sus condiciones de frontera no son perfectamente acopladas. Por lo tanto, reflexiones más intensas son observadas en la interfaz que separa el dominio de interés con las capas absorbentes. Se implementaron las capas-SMART para las ecuaciones elastodinámicas en un esquema de Galerkin discontinuo. Se demostró que esta implementación numérica es estable mientras que un método PML presenta inestabilidades a largo plazo. Finalmente se demuestra como el método capas-SMART es competitivo con respecto a las PML en términos de eficiencia y costo computacional, promoviendo

su implementación en los códigos de propagación de ondas existentes. Referencias Bérenger, J.P., 1994. A perfectly matched layer for absorption of electromagnetic waves, *Journal of Computational Physics*, 114, 185–200. Becache, E., Fauqueux, S., and Joly, P., 2003. Stability of Perfectly Matched Layers, Group Velocities and Anisotropic Waves, *Journal of Computational Physics*, 188:399–433. Meza-Fajardo, K. & Papageorgiou, A., 2008. A nonconvolutional, split-field, perfectly matched layer for wave propagation in isotropic and anisotropic elastic media: Stability analysis, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98(4), 1811–1836. Martin, R., Komatitsch, D., & Gedney, S. D., 2008. A variational formulation of a stabilized unsplit convolutional perfectly matched layer for the isotropic or anisotropic seismic wave equation, *Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 37, 274–304. Etienne, V., Chajub, E., Virieux, J., & Glinsky, N., 2010. An hp-adaptive discontinuous Galerkin finite element method for 3D elastic wave modelling, *Geophysical Journal International*, 183(2), 941–962. Halpern, L., Petit-Bergez, S., & Rauch, J., 2011. The Analysis of Matched Layers, *Confluentes Mathematici*, 3(2), 159–236. Métivier, L., Brossier, R., Labbé, S., Operto, S., & Virieux, J., 2014a. A robust absorbing layer for anisotropic seismic wave modeling, *Journal of Computational Physics*, Submitted.

MSG-15

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EN MEDIOS GEOLÓGICOS HETEROGÉNEOS MEDIANTE FILTRO DE KALMAN ENSAMBLADO ACOPLADO CON KRIGEADO

Briseño Ruiz Jessica¹, Hernández Abel F.², Morales Casique Eric³, Herrera Zamarrón Graciela⁴ y Escolero-Fuentes Oscar⁴

¹Instituto de Geología, UNAM

²Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴brisenorjv@geologia.unam.mx

El filtro de Kalman (KF) es un método de asimilación que proporciona un estimado lineal de varianza mínima para el estado de un sistema, con base en datos que contienen errores. Adicionalmente, puede ser utilizado para estimar los parámetros de un modelo en toda la malla computacional. En presentaciones anteriores hemos reportado dos enfoques que se basan en la técnica de asimilación de datos conocida como el filtro de Kalman ensamblado (EnKF) y que pueden ser utilizados de forma independiente para asimilar mediciones de la carga hidráulica (h) y/o Y con el objetivo de mejorar la predicción de h y estimar el campo del parámetro (Y). En el primer enfoque, el método Monte Carlo se emplea para calcular la estimación inicial de los momentos estadísticos (EIME) de las variables y parámetros requeridas para aplicar el EnKF (denotamos a este enfoque como EnKFMC). En el segundo enfoque, la EIME se calcula empleando una solución directa de las ecuaciones de momento (EM) no locales (integrodiferenciales) que gobiernan la distribución espacial de la media del ensamble condicional y de la covarianzas de h y K (denotamos a este enfoque como EnKFME). En este trabajo presentamos un algoritmo alternativo para estimar Y únicamente en algunas posiciones seleccionadas y posteriormente interpolar sobre todos los elementos de la malla empleando kriging. Denotamos estos enfoques modificados como EnKFME-K y EnKFMC-K. Los métodos se probaron en un modelo de flujo de aguas subterráneas en estado estacionario en un caso de estudio sintético con dominio bidimensional y fueron comparados contra las estimaciones obtenidas mediante EnKFMC, EnKFME y además contra un método de inversión estocástica geostatística de las ecuaciones de momento no locales (denotamos a este enfoque como IME). Para evaluar el desempeño de los métodos de estimación, se generaron cuatro diferentes realizaciones no condicionadas de Y que sirvieron como mediciones "reales". Los resultados de nuestros experimentos numéricos indican que los dos métodos EnKFME-K y EnKFMC-K fueron efectivos en la estimación de h , alcanzando al menos un 80% de la capacidad predictiva. Con respecto a la estimación Y , los dos métodos alcanzaron una precisión similar en términos de la media del error absoluto que los otros tres métodos de referencia. El acoplamiento de los métodos del EnKF con kriging reduce a una cuarta parte el tiempo del CPU necesario en el proceso de asimilación de datos, mientras que tanto la precisión de la estimación y de la incertidumbre no se deterioran significativamente.

MSG-16

MODELADO INVERSO DE DATOS DEL TENSOR DE GRAVEDAD

Calderón Magallón José Paúl y Gallardo Delgado Luis Alonso
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jcaldero@cicese.edu.mx

El levantamiento aéreo de datos de Tensor de Gravedad (o Gradiente de Gravedad) son una de las fuentes mas nuevas de información geofísica. Estos datos proveen información de la distribución de densidades de las rocas de una manera mas completa, extensa y resolutive que las mediciones convencionales de gravedad. Estas ventajas han hecho a los levantamientos aéreos de gradiente de gravedad (AGG) unos de los servicios más solicitados por compañías mineras después de los levantamientos aeromagnéticos y radiométricos. A pesar de este auge reciente, el uso de estos datos se ha limitado a mapeo geológico y poca atención se le ha dado a su interpretación más cuantitativa. Aunado a esto, el escaso desarrollo de software de inversión de datos AGG no ha permitido aún entender el alcance y ventajas del uso de estos datos en la elucidación de objetivos tridimensionales del subsuelo.

En este trabajo se plantea que los datos AGG efectivamente proveen información sin paralelo de las variaciones multidireccionales de la densidad del subsuelo y se presentan los fundamentos de un software de inversión tridimensional de datos AGG basado en gradientes conjugados. Se plantea la demostración de la funcionalidad del software desarrollado y del alcance de los datos AGG en modelos sintéticos y de campo.

MSG-17 CARTEL

MODELADO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CUENCAS FRONTERIZAS MEDIANTE LA PLATAFORMA R

Padrón Godínez Alejandro, Calva Venancio Gerardo,
Prieto Meléndez Rafael y Herrera Becerra Alberto Arturo
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
alejandro.padrón@ccadet.unam.mx

Es interesante realizar los análisis y modelados estadísticos mediante herramientas de punta, las cuales proporcionan un simple manejo de la información de los datos para un profundo estudio de los mismos. En este trabajo presentamos un análisis estadístico usando la plataforma R de cuencas fronterizas y en particular con la cuenca transfronteriza del Río Bravo/Grande. La parte más difícil de cualquier trabajo estadístico es el inicio. Y una de las cosas más difíciles de ese inicio es la elección del tipo de análisis estadístico. La opción depende de la naturaleza de sus datos y en particular de la pregunta que se está intentando contestar. La clave es entender qué clase de variable de la respuesta se tiene y saber la naturaleza de las variables explicativas. Para la exploración y análisis de los datos después de seleccionar una muestra y coleccionar los datos, se debe llevar a cabo una exploración de los datos antes de hacer la inferencia estadística y la toma de decisiones. La exploración de los datos implica la visualización y la creación de resúmenes de los datos. El objetivo de la visualización es obtener una comprensión global de los datos obtenidos. Con la visualización podemos comprender, a grandes rasgos, la forma de la distribución de los datos. Adicionalmente, la visualización nos permite detectar posibles patrones o tendencias en los datos. En particular, nos permite detectar datos no esperados o inusuales, los cuales son conocidos como datos aislados. Sin embargo, aunque la visualización hace un poco más sencilla la tarea de comprender a los datos, su cantidad todavía puede ser abrumadora. Debido a lo anterior, es necesario poder contar con estrategias que permitan reducir la cantidad de información de maneras comprensibles, que nos permitan enfocar nuestra atención en los aspectos clave de los datos. Para lo anterior se utilizan los resúmenes de estadísticos. El análisis exploratorio de los datos es el proceso mediante el cual un investigador manipula los datos con el objetivo de extraer, o dilucidar, patrones o tendencias generales y encontrar ocurrencias específicas que se desvían de tales patrones generales. El investigador explora los datos usando despliegues gráficos y resúmenes apropiados, para elaborar hipótesis razonables acerca de los mensajes principales que contienen los datos. Muchos estadísticos, entre ellos John Tukey, han diseñado toda una colección de métodos que son útiles en la exploración de los datos. Y aunque las técnicas específicas son útiles, el análisis exploratorio es algo más que los métodos: Representa toda una actitud acerca de la forma en la que se deben analizar los datos. En particular, John Tukey señala que debe existir una distinción clara entre los análisis de datos exploratorios y los confirmatorios. Los últimos se refieren a la colección de métodos que permiten realizar conclusiones por inferencia. Con datos de observación de la Cuenca del río Bravo/Grande que cubre una superficie total de aproximadamente 455,000 km² y otros más acerca de la cuenca fronteriza se realiza un análisis estadístico que lleve a una interpretación concisa de la información.

MSG-18 CARTEL

MODELO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA DE MICROONDAS POR LLUVIA

Calva Venancio Gerardo¹, Padrón Godínez Alejandro¹, Prieto Meléndez Rafael¹, Herrera Becerra Alberto Arturo¹ y Pachiano Mario²
¹Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
²Universidad Anahuac del Sur
gerardo.calva@ccadet.unam.mx

Es conocido el modelado climático regional para saber las condiciones que pueden prevalecer precisamente por región; ello incluye posibilidades de precipitaciones que invariablemente llegan a afectar la transmisión recepción de los sistemas de microondas. Los sistemas de percepción remota basan sus funcionamiento primordialmente en los enlaces satelitales, los cuales se pueden ver seriamente afectados por la lluvia y por ciertas circunstancias técnicas de emplazamiento, situación geográfica. Los sistemas de microondas suelen ser más sensibles a ciertas frecuencias y dimensiones de antenas, así como, a ciertas elevaciones de las antenas. Por ello es que se propone un modelado del comportamiento entre el agua y la energía de las señales de microondas, visto esto desde el ángulo de los enlaces. La manera en que se puede ligar la señal de microondas con la humedad puede ser, por parte de las pérdidas que le ocasiona el agua (la lluvia), a la señal. La mayor pérdida por agua que se conoce, es cuando las señales se acercan a la frecuencia de resonancia del agua 2.4 GHz. Y la receta sería alejarse lo suficiente de esa frecuencia, sin embargo eso no asegura una recepción sin problemas. En el modelo se propone la inclusión de la frecuencia de operación; ganancia de la antena; apertura de las antenas y por supuesto de la potencia que se utiliza en la transmisión. Es inevitable referirse a la potencia de transmisión y por lo mismo al

EIRP (por sus siglas en inglés) que se estaría manejando. Las pérdidas de energía en el espacio libre Lfs, estarían dadas por la frecuencia de operación de la señal de microondas; por la distancia de viaje, y por un factor de elevación. El factor de elevación se calcula con base a las curvas de absorción. Y la manera en que se relacionarían sería mediante la expresión de las pérdidas de energía en el espacio libre Lfs, por la potencia transmitida por una antena isotrópica Pt. Indudablemente que el modelo deberá incluir un factor de vista, factor que tiene su origen o es relacionado directamente con el grado de inclinación de las antenas, el cual puede ser determinante en una transmisión recepción bajo condiciones de lluvia. El modelo pudiera verse asistido o complementado por la inclusión de un modelo regional de lluvia que permitiera hacer las debidas correcciones, por región.

MSG-19 CARTEL

USO DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS

Walle-García Otoniel, Méndez Delgado Sóstenes y Soto-Villalobos Roberto
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 walle29.fct@gmail.com

Los Algoritmos Genéticos fueron inventados en 1975 por John Holland, de la Universidad de Michigan. Al crear los AGs, se presentaron dos objetivos principales, los cuales son el imitar procesos adaptativos de los sistemas naturales y diseñar sistemas artificiales (programas) que retengan los mecanismos importantes de los sistemas naturales. Estos algoritmos se inspiran en la mecánica de la selección natural y la genética para evolucionar una población inicial hacia mejores regiones del espacio de búsqueda. La evolución de la población se realiza mediante la aplicación de operadores genéticos de probabilidad, los cuales son de selección, recombinación y mutación. Estos algoritmos tienen ventajas como por ejemplo, que no se necesitan conocimientos específicos sobre el problema que intentan resolver, y desventajas, que una de ellas es que puede tardar mucho en ejecutarse un programa, o no ejecutarse dependiendo de los parámetros que se utilicen. Los AGs son una rama de los Algoritmos Evolutivos, son estrategias de búsqueda estocástica, y se utiliza cuando existen más de tres variables y se tienen infinitas soluciones. Es un método iterativo en el cual da una solución aproximada del problema planteado. Después de tener la formulación del problema y el modelo matemático, se llega a la optimización, el cual es una de las técnicas más utilizadas tanto en la Programación Evolutiva como en el Algoritmo Evolutivo. En Geofísica el problema de optimizar funciones generalmente consiste en encontrar el mínimo error entre las observaciones geofísicas y los modelos matemáticos que representan el fenómeno. Por ejemplo, las mediciones de gravedad de la anomalía provocada por algún cuerpo, que se llevan a cabo en una zona específica, son modeladas con el fin de encontrar las propiedades del cuerpo enterrado que produce dicha anomalía. Muchos de los problemas en geofísica son frecuentemente no lineales, pero tradicionalmente para resolverlos se acostumbra considerar como una primera aproximación que el problema es lineal.

MSG-20 CARTEL

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE TUBOS DE COMBUSTIÓN MEDIANTE OPTIMIZACIÓN UTILIZANDO ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Briones-Carrillo Jorge Alberto, Aguilar-Madera Carlos Gilberto, Soto-Villalobos Roberto, Alvarado-Olmeda Juan Artemio y de-León-Jasso Brayan Eduardo
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 jorge.brionescr@uanl.edu.mx

Los tubos de combustión son sistemas diseñados para representar a escala de laboratorio el método de combustión in-situ. Este es un método de recuperación mejorada de hidrocarburos pensado principalmente para favorecer la extracción de crudos pesados. Típicamente son tubos de 1 m de largo y 10 cm de diámetro empacados con arena o núcleos de yacimientos, y saturados con aceite u otros fluidos, que representan idealmente una pequeña porción del yacimiento petrolífero bajo estudio. En un extremo del tubo se inyecta aire con la finalidad de iniciar y propagar un frente de combustión que viaje a través de todo el tubo, y que a su vez favorezca la producción de fluidos en el otro extremo. Los datos experimentales obtenidos en tubos de combustión son de vital importancia para la caracterización de fluidos y de la roca, y también para la implementación rigurosa del método de inyección de aire a escala piloto o comercial. Además de los datos experimentales medidos directamente en el laboratorio (temperatura, presiones, flujos, composición, tiempo), existe también otro tipo de información que se estima indirectamente mediante la interpretación de resultados con modelos matemáticos. Usualmente, los modelos consisten de balances de materia, energía y cantidad de movimiento conteniendo diferentes coeficientes de transporte o propiedades efectivas. Los valores de los coeficientes y propiedades son obtenidos cuando los resultados teóricos que satisfacen la solución de los modelos, son similares a los datos experimentales con los que se están comparando. Esto se conoce como estimación de parámetros (optimización), lo cual involucra la solución de problemas inversos en el ámbito de la Ingeniería Petrolera. En este trabajo se presenta la implementación de algoritmos evolutivos para la estimación de parámetros en experimentos de tubos de combustión reportados en la literatura. Para ello se utiliza un modelo térmico simple, el cual consiste en una ecuación diferencial parcial en estado transitorio. Se presenta la comparación de los perfiles de temperatura teóricos y experimentales

en el tubo de combustión a diferentes de tiempos de operación, y se presentan los valores estimados de los coeficientes del modelo.

MSG-21 CARTEL

BÚSQUEDA ALEATORIA Y ESTOCÁSTICA EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE TUBOS DE COMBUSTIÓN

de-León-Jasso Brayan Eduardo, Soto-Villalobos Roberto, Briones-Carrillo Jorge Alberto, Aguilar-Madera Carlos Gilberto y Alvarado-Olmeda Juan Artemio
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 brayan.23deleon@gmail.com

La inyección de aire es un método de recuperación mejorada utilizada principalmente para la extracción de aceite pesado. Consiste en la combustión de una porción del petróleo in-situ para la generación de calor y consecuente aumento de temperatura. Esto ocasiona que la viscosidad del aceite disminuya considerablemente facilitando su movimiento hacia el pozo productor. Con esta idea, el oxígeno necesario para la combustión es suministrado mediante la inyección de aire. Antes de su implementación a escala piloto o comercial, estudios previos teóricos o experimentales son necesarios para evaluar la viabilidad técnica del método y también para estimar propiedades y variables de interés ingenieril. Además de los datos experimentales medidos directamente en el laboratorio (temperatura, presiones, flujos, composición, tiempo), existe también otro tipo de información que se estima indirectamente mediante la interpretación de resultados con modelos matemáticos. Usualmente, los modelos consisten de balances de materia, energía y cantidad de movimiento conteniendo diferentes coeficientes de transporte o propiedades efectivas. Los valores de los coeficientes y propiedades son obtenidos cuando los resultados teóricos que satisfacen la solución de los modelos, son similares a los datos experimentales con los que se están comparando. Esto se conoce como estimación de parámetros (optimización), lo cual involucra la solución de problemas inversos en el ámbito de la Ingeniería Petrolera. En este trabajo se presenta la implementación de una búsqueda estocástica para la estimación de parámetros en experimentos de tubos de combustión reportados en la literatura. Para ello se utiliza un modelo térmico y de flujo simples en estado transitorio. Se presenta la comparación teórica y experimental de los perfiles de temperatura y producción de agua y aceite, y se presentan los valores estimados de los coeficientes del modelo.

MSG-22 CARTEL

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS MEDIANTE LAS APROXIMACIONES A LAS ECUACIONES DE ZOEPPRITZ.

Vargas-Contreras Gerardo Alfredo, Soto-Villalobos Roberto y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 galvac25@gmail.com

La aplicación de ecuaciones diversas a la geofísica es una práctica válida, como sucede con la ley de Snell, la cual es una ecuación fundamental de la óptica geométrica aplicada a la prospección sísmica, en este caso nos enfocaremos en las ecuaciones de Zoeppritz, las cuales son otro ejemplo de esta práctica, ya que estas están basadas en los principios de la acústica e igualmente aplicadas a la geofísica, para explicar la tetra-partición de la energía transmitida en la interfaz de dos medios y a pesar de que estas no representan ningún tipo de dificultad al computarizarlas, es difícil hacer conclusiones generales de un o varios parámetros en el proceso de reflexión ya sea combinados o de forma individual durante el proceso de reflexión. Al resolver el sistema de ecuaciones lineales de Zoeppritz para los coeficientes de reflexión y transmisión estos quedan en términos del ángulo de incidencia, las densidades y las velocidades de las ondas S y P. Esta solución exacta es altamente no lineal. Por esta razón y asumiendo pequeños contrastes en las propiedades del mismo, se han propuesto diferentes aproximación lineales a estas ecuaciones, las cuales se expresan en términos del tiempo y offset y ángulos de incidencia. En el presente trabajo se presenta una serie de aproximaciones encontradas en la literatura, con el fin de comparar los diferentes parámetros geofísicos obtenidos por medio de la mismas.

MSG-23 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE FALLAS POR MEDIO DEL ANÁLISIS Y MODELADO DE MÉTODOS POTENCIALES EN EL PARQUE IZTA-POPO ZOQUIAPAN.

Sánchez-González Jesús¹, Cifuentes Nava Gerardo², Escobedo Zenil David¹, Aguirre Díaz Juan Pablo¹ y García Serrano Alejandro¹
¹Departamento de Ingeniería Geofísica, Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
 jsanchez@unam.mx

En el presente se muestran los resultados de una campaña gravimétrica y magnetométrica llevada a cabo en el parque nacional Izta-Popo Zoquiapan, los cuales incluyen los perfiles de anomalías de Bouguer Completa e IMT, así como la

delimitación de cuerpos por medio de diversos métodos de estimación de bordes. De acuerdo a estos resultados, y a la información geológica que se tiene de la zona, se generan una serie de modelos que intentan delimitar las fallas tanto reportadas como inferidas en dicha zona.

MSG-24 CARTEL

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS MEDIANTE LAS APROXIMACIONES A LAS ECUACIONES DE ZOEPPRITZ UTILIZANDO EL COEFICIENTE DE REFLEXIÓN PP (AKI-RICHARD).

García-Fernández Claudia Ivette, Gómez-González Federico y Merlo-Mejía Jorge Luis
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 ive.garfer@gmail.com

En éste trabajo se presentará la optimización para la estimación de parámetros geofísicos a través de atractores caóticos. Un atractor es un punto al que tiende o es atraído el comportamiento de un sistema dinámico. El término caos se manifiesta en acontecimientos de la vida cotidiana que son aparentemente aleatorios y desordenados; es encontrar el orden en el desorden. Desde el punto de vista científico, la teoría del caos puede considerarse como una rama de las matemáticas y física que trata ciertos tipos de comportamientos aparentemente aleatorios (caóticos) de los sistemas dinámicos.

MSG-25 CARTEL

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS MEDIANTE OPTIMIZACIÓN CAÓTICA

Merlo-Mejía Jorge Luis, García-Fernández Claudia Ivette y Gómez-González Federico
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 jorgemerlo24@gmail.com

La estimación de parámetros es el procedimiento utilizado para conocer las características de un parámetro poblacional, a partir del conocimiento de la muestra. En geofísica es esencial el uso de este procedimiento ya que es la base del modelo a utilizar para obtener los resultados cuantitativos que se pretenden encontrar variando la complejidad del problema. En el presente trabajo se utilizara una ecuación de parametrización usada en los coeficientes de reflexión para las densidades e impedancias de las ondas P y S en el que se implementara una optimización mediante atractores caóticos que son el conjunto de puntos hacia los cuales tiende un sistema dinámico tras un número elevado -infinito sería el ideal- de iteraciones, el termino caótico viene por su gran sensibilidad a variaciones en las condiciones iniciales ya que los valores obtenidos nunca se repiten exactamente.

MSG-26 CARTEL

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS MEDIANTE OPTIMIZACIÓN CAÓTICA. ECUACIÓN DEL INDICE DE REFLEXIÓN PARA ONDAS PS

Gómez-González Federico, García-Fernández Claudia Ivette, Merlo-Mejía Jorge Luis y Soto-Villalobos Roberto
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 fedegomez.90@gmail.com

Con el fin de encontrar soluciones a problemas planteados en geofísica, se pretende utilizar algoritmos computacionales basados en métodos estocásticos. Estos métodos se vienen realizando con anterioridad, pero es de nuestro interés comparar los diferentes resultados que puede arrojar un mismo algoritmo aplicado en una ecuación, si se aplica un cambio en la forma en la que se proporcionan los parámetros iniciales. Se trabajará en R, por lo que, al igual que en este software y en otros más como Matlab, se cuenta con funciones ya establecidas para obtener números aleatorios como rand, es el efecto de estas funciones sobre las heurísticas usadas en la determinación de parámetros geofísicos. Mientras que las funciones predefinidas en el software se basan en una distribución uniforme, en la que cualquier número tiene la misma probabilidad de aparecer, en la optimización caótica se utilizara el concepto de caos. Por lo general, cuando se habla de caos se hace referencia a una falta de orden aparente, esto no es del todo cierto, ya que detrás del caos existe un cierto orden regido por lo que en matemáticas se conoce como atractor caótico.

MSG-27 CARTEL

INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DE ZOEPPRITZ Y COMPARACIÓN DE ESTAS POR MEDIO DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS PROPUESTOS.

Botello-Vázquez Adriana Lizeth, Vargas-Contreras Gerardo
 Alfredo, Soto-Villalobos Roberto y Briones-Carrillo Jorge Alberto
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
 adri-lizy@hotmail.com

Una onda sísmica generada que incide en un campo viajara a través del subsuelo, suponiendo un medio homogéneo e isotrópico, hasta llegar a la interfaz entre dos medios, punto en el que sufrirá una partición de energía, o bien como lo expresan las expresiones de Zoeppritz, una Tetra-partición de esta, esto debido a que parte de la energía es reflejada descomponiéndose en una onda P y una onda S, lo mismo sucede para la parte de la energía que es refractada o transmitida, donde como ya se menciono resultan 4 nuevos componentes a partir de un frente de onda inicial, proceso físico que se repite en cadena una vez tras otra hasta alcanzar un ángulo crítico dado que estas ecuaciones tiene como fundamento la ley de Snell que delimita el mismo, es importante mencionar que mas allá del ángulo crítico sigue existiendo la información pero en el presente trabajo nos limitaremos a la comparación del comportamiento de estas ecuaciones previas a ellos, estas ecuaciones basado en principios fundamentales de la sismología como son el de Fermat y Huygens. En el presente trabajo mostraremos una serie de gráficas realizadas por medio de parámetros geofísicos propuestos con el fin de familiarizarse el comportamiento de las ecuaciones de Zoeppritz en relación a la variación entre los parámetros y observar su comportamiento en relación a tiempo, offset y ángulo.

MSG-28 CARTEL

MODELADO DE CONDUCTIVIDAD APARENTE A TRAVÉS DE PERFILES OBLICUOS A LOS CUERPOS ESTUDIADOS, UTILIZANDO LA CONFIGURACIÓN DE BOBINAS VERTICALES COPLANARES

Méndez Delgado Sóstenes¹, Pérez Flores Marco Antonio² y Gómez Treviño Enrique²
¹Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
²CICESE
 sostenes.mendezdl@uanl.edu.mx

Equipos como el EM-31, EM-34 y EM-38 de Geonics Ltd., son conocidos como medidores de conductividad terrestre, consisten de un par de bobinas (una transmisora y la otra receptora) con las que se pueden realizar mediciones en la modalidad de las bobinas horizontales y verticales coplanares. Los equipos operan a frecuencias y separaciones específicas en lo que se llama límite resistivo. Estos equipos son ideales para estudios de conductividad someros como los que se realizan en ingeniería geofísica, la profundidad de investigación no va más allá de los 60 m para la separación mayor de bobinas. Dichos equipos están diseñados para presentar el valor de conductividad aparente del terreno. Dependiendo del tipo de estudio o problema a resolver, los datos se pueden obtener a manera de sondeos, perfiles o en mallas. La interpretación de los datos de campo se puede realizar con la finalidad de obtener estructuras 1D, 2D o 3D según sea el caso. Los datos 3D son obtenidos a partir de mallas que se generan con perfiles paralelos en una dirección identificada como x. En general, cuando se realizan los estudios, la dirección de los cuerpos prismáticos no es conocida, entonces al realizar la interpretación de los datos es necesario considerar que la dirección de los cuerpos puede ser oblicua. El objetivo general de este trabajo consiste en realizar el modelado 3D de cuerpos prismáticos para perfiles en dirección x, y y oblicua, utilizando la modalidad de bobinas verticales coplanares. Lo anterior podrá ser utilizado en esquemas de inversión 3D. El método para realizar el modelado 3D se basa en la técnica de ecuación integral, tomando la aproximación del límite resistivo. El campo anómalo producido por las corrientes de dispersión en el cuerpo se obtiene al resolver una integral de volumen de dichas corrientes con una función diádica de Green apropiada.

MSG-29 CARTEL

VALIDACIÓN DE UN SISTEMA DE PRONÓSTICO NUMÉRICO OPERATIVO DE OLEAJE Y MAREA DE TORMENTA PARA MARES Y COSTAS DE MÉXICO

Gómez Ramos Octavio, Zavala-Hidalgo Jorge, López Espinoza Erika Danaé, Romero-Centeno Rosario, Ruiz-Angulo Angel, Osorio Tai María Elena, Díaz-García Ovel, Contreras Ruiz Esparza Adolfo, Olvera-Prado Erick Raúl y Magariños-Lamas Fernando
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 octavio@geofisica.unam.mx

En este trabajo se realizó la validación de un sistema de pronóstico numérico operativo de oleaje y de marea de tormenta (SIPROMMAT). Dicho sistema fue diseñado y desarrollado por el grupo Interacción Océano-Atmósfera del Centro de Ciencias de la Atmósfera (UNAM) para el Servicio Meteorológico Nacional. Los modelos utilizados dentro del sistema para meteorología, oleaje y marea de tormenta son Weather Research and Forecasting (WRF), Wavewatch III (WW3) y Advanced Circulation (ADCIRC) respectivamente. La validación se realizó analizando cuatro

eventos: el huracán Ernesto (2012), la tormenta tropical Fernand (2013), un evento de norte en septiembre de 2011, y otro de octubre-noviembre de 2007. Los resultados muestran muy buen desempeño en el pronóstico para los nortes mientras que para los huracanes a 24 y 48 horas tienen buen desempeño y decaen considerablemente para 36, 48, 60 y 72 hrs.

MSG-30 CARTEL

EVALUACIÓN DEL LÍMITE DE PREDICTIBILIDAD DE UN MODELO DE PREDICCIÓN NUMÉRICA: APLICACIÓN REGIONAL

Morales Acoltzi Tomás¹, Skiba Yuri N.¹, Bustamante-García Alma¹, Monroy-Martínez José¹, Alva-Pacheco Juan Carlos¹, Peña-Maciél Daniel¹ y Bernal-Morales Rogelio²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Centro de Investigación en Cambio Climático, Facultad de Agrobiología, UATx
acoltzi@atmosfera.unam.mx

Realizamos una revisión sobre la predicción del tiempo y clima a corto plazo mediante el uso de modelos dinámicos, como el WRF, basado en los principios fundamentales de la física que es utilizado en la actualidad, sin embargo, el horizonte de predicción está limitado por la naturaleza caótica de la atmósfera y su dependencia a la sensibilidad de las condiciones iniciales (CI), éstas son obtenidas del proceso complejo conocido como asimilación de datos en tiempo real, Análisis e Inicialización. Hacemos énfasis en las CI para el modelo de pronóstico necesitan ser lo más cercanas a la realidad, ya que pequeños cambios en ellas pueden producir una divergencia muy amplia en los pronósticos, es decir, la precisión de éstas define un límite práctico sobre la predictibilidad. La incertidumbre asociada a las observaciones utilizadas para iniciar los modelos, son pequeñas perturbaciones que se amplifican con cada paso de tiempo como resultado de la inestabilidad de los flujos atmosféricos, por lo que se analiza la necesidad de incluir el método de ensambles que nos ayuda a manejar la incertidumbre. El enfoque que Lorenz introdujo con el concepto de ciclo de energía como una herramienta para entender la naturaleza de la circulación atmosférica, en este trabajo hacemos una comparación entre un modelo caótico determinístico como es el modelo de Lorenz y el pronóstico numérico resultado de la salida del Modelo WRF (Weather Research and Forecasting Model), tomando como punto de comparación la cantidad de energía disponible en estos sistemas y calculando los exponentes de Lyapunov para cada uno. También analizamos resultados de experimentos numéricos de series de tiempo observadas, con énfasis en la máxima energía disponible. References 1. Lorenz EN. Available potential energy and the maintenance of the general circulation. Tellus 1955; 7:157–67. 2. Pelino V, Maimone F. Energetics, skeletal dynamics, and long-term predictions on Kolmogorov–Lorenz systems. Phys Rev E, 2007;76:046214. 3. L´ea Bello, Nicolas Coltice, Tobias Rolf, Paul J. Tackley. On the predictability limit of convection models of the Earth's mantle. Res. Art. Geochemistry, Geophysics, Geosystems DOI 10.1002/2014GC005254 4. <http://spratt.physics.wisc.edu/chaos/espec.htm> {contains a link to a basic program for calculating lyapunov spectra} 5. Pelino V. and Maimone F. Energetics, skeletal dynamics, and long-term predictions on Kolmogorov-Lorenz systems. Physical Review E 76, 2007, 11 pp.

Sesión Regular

Oceanología

Organizadores:

Francisco J. Ocampo

Jorge Zavala

David Salas de León

Emilio Beier

OCE-1

DIFERENCIAS HIDROGRÁFICAS EN OTOÑO E INVIERNO DEL 2013 EN LITORAL NORTE DE PERÚ

Sandoval Hernandez Erika¹ y Whitembury Bianchi Renzo²

¹Universidad de Guadalajara

²Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
akiresanher@yahoo.com.mx

El presente trabajo muestra las observaciones hidrográficas realizadas dentro del litoral de Perú para la región norte. Las mediciones fueron dentro del área los 5°S hasta los 14°S y entre las longitudes de 77°O a 85°O. Los datos se obtuvieron de mediciones por medio de CTD para el periodo de otoño (del 22 de abril al 30 de mayo) e invierno (del 15 de agosto al 06 septiembre) del 2013, realizando lances en transectos perpendiculares a la costa a partir de los 9.26 km hasta 370.4 km. Los datos indican que en otoño las temperaturas superficiales varían de 16°C a 22°C y la salinidad cambia en un rango de 35.0 psu a 35.4 psu. En invierno se observa una disminución de las temperaturas superficiales y salinidad entre los 14.5°C a 22.5°C y 33.7 psu a 35.17 psu respectivamente. En otoño la temperatura superficial va incrementando hacia el Norte en cambio para invierno las bajas temperaturas predominan en casi toda la región de muestreo, excepto en la región del transecto realizado en la parte más al Norte de Perú. Los mapas horizontales a lo largo del litoral Norte de Perú muestran la presencia de surgencias en invierno.

OCE-2

EXPORTACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CALCITA POR COCOLITÓFOROS Y FORAMINÍFEROS EN CUENCA ALFONSO, BAHÍA DE LA PAZ

Rochín Heriberto¹, Aguirre Bahena Fernando¹, Cortés Martínez Mara Yadira² y Bollmann Jörg³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³University of Toronto
rochin_h11@hotmail.com

Se sabe que el incremento de CO₂ antropogénico hacia la atmósfera ocasiona un desequilibrio ambiental, por ello es de interés comprender qué sucede con el ciclo del carbono (atmósfera-oceano) y particularmente, conocer el papel que juegan los organismos calcáreos (cocolitóforos y foraminíferos) dentro de dicho ciclo. Así, el objetivo de este trabajo es cuantificar la contribución de calcita por cocolitos y foraminíferos para determinar el principal grupo aportador de CaCO₃, identificando también, posibles factores que modifican sus flujos. Por medio de una trampa de sedimentos Technicapp (PPS-3), anclada a 300 m de profundidad, en la parte más profunda de la cuenca, se colectaron 12 muestras a una resolución mensual (sep-2011-sep-2012). El CaCO₃ fue analizado vía coulómetro y los conteos de organismos, $\approx 1000 \mu\text{m}$, mediante un estereoscopia para los foraminíferos y un microscopio electrónico de barrido para los cocolitos. El flujo de CaCO₃ total, mostró valores mínimos (10 mg m⁻² d⁻¹) a finales de invierno-primavera y máximos (340 mg m⁻² d⁻¹) en otoño-invierno. El flujo total de foraminíferos plantónicos mostró un patrón estacional con flujos mínimos (20 testas m⁻² d⁻¹) en jun-sep-2012 y máximos (1956 testas m⁻² d⁻¹) en ene-abr-2012, contribuyendo estos con un 3% del CaCO₃ total. Por otro lado, el flujo de cocolitóforos registró valores mínimos (3x106 cocolitos m⁻² d⁻¹) en ago-sep-2012 y máximos (1390x106 cocolitos m⁻² d⁻¹) en sep-oct-2011, representando en promedio un 4% del CaCO₃ exportado a la trampa, mostrando que la exportación de producción de cocolitos, para este periodo, es muy baja en comparación con años anteriores. El porcentaje restante de CaCO₃, para el año muestreado, estuvo conformado por foraminíferos $\approx 63 \mu\text{m}$ y restos de testas, así como por pterópodos, bivalvos, ostrácodos y foraminíferos bentónicos, reflejando, este último grupo, un posible evento de redépósito de material hacia la trampa. La estimación de calcita exportada reflejó que Globorotalia menardi, Pulleniatina obliquiloculata y Gephyrocapsa oceanica fueron las principales especies de foraminíferos y cocolitóforos contribuidoras de calcita en la cuenca; las cuales podrían aportar futuras pistas de carácter paleoceanográfico y paleoclimático en la bahía.

OCE-3

REMOLINOS SUBSUPERFICIALES EN LA ZONA DEL MÍNIMO DE OXÍGENO DE LA CUENCA SAN QUINTÍN

Gómez Valdés José, Torres Héctor S. y Zavala Sansón Luis
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jgomez@cicese.mx

En oceanografía es importante estudiar las estructuras cerradas, por ejemplo los remolinos oceánicos son estructuras eficientes en el transporte de propiedades. Los remolinos superficiales son aquellos que se observan en la capa de mezcla. Ocurren a diferentes escalas temporales y espaciales, en particular los remolinos de escala intermedia o mesoscala (10-100 km) son frecuentemente reportados en las revistas científicas principalmente debido a que algunas de sus propiedades pueden ser analizadas con información proporcionada por satélites artificiales. Los remolinos subsuperficiales, por otro lado, son difíciles de detectar desde el espacio, sin embargo su presencia en varias zonas del sistema de corrientes de California ha

sido documentada por varios autores. Durante octubre de 2009 se llevó a cabo un crucero oceanográfico de alta resolución frente a la costa oeste de Baja California cuyo objetivo principal era la búsqueda de remolinos subsuperficiales. Encontramos un remolino anticiclónico en la zona del mínimo de oxígeno que se localiza frente a Baja California norte, de manera específica en la cuenca San Quintín. El diámetro del núcleo del remolino fue de ~ 60 km. El núcleo fue cálido (11 °C), salado (34.2) y de bajo contenido de oxígeno (1 ml/l). El remolino mostró una velocidad máxima de 22 cm/s, un número de Rossby de 0.14 y un periodo rotacional de 11 días. Una discusión sobre las condiciones oceanográficas y las posibles causas de su generación es presentada. Asimismo discutimos el posible impacto ecológico que los remolinos subsuperficiales puedan tener en las zonas adyacentes a la cuenca San Quintín.

OCE-4

VARIABILIDAD DE LA CIRCULACIÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE SIMULADA CON UN MODELO ACOPLADO OCÉANO-ATMÓSFERA

Martínez López Benjamín¹, Cabos Narvaez William David² y Sein Dmitry³

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Universidad de Alcalá, España

³Max Planck Institute for Meteorology
benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se analiza la variabilidad de la circulación en el Golfo de México simulada por el modelo oceánico del Instituto Max Planck de Meteorología acoplado a un modelo atmosférico de área limitada. Se calculan las estadísticas de los remolinos anticiclónicos desprendidos de la Corriente de Lazo y se comparan con los datos disponibles en el periodo simulado. Además, se analizan los flujos de calor entre la atmósfera y el océano y se discute su efecto sobre las estadísticas de remolinos obtenidas por algunos trabajos utilizando modelos oceánicos forzados en su superficie por flujos climatológicos de calor, de masa y de momento. Finalmente, se analiza la variabilidad de las corrientes localizadas en las partes profundas del Golfo de México y Mar Caribe.

OCE-5

ESTRUCTURA ESPACIAL DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE GENERADO POR HURACANES.

Esquivel Trava Bernardo, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
btrava@cicese.edu.mx

En este trabajo se caracterizó el espectro direccional del oleaje generado por huracanes, mediante su descripción detallada en los cuatro cuadrantes de la tormenta. Para esto se utilizó la información de cuatro boyas direccionales de la base de datos de la NDBC en el Mar Caribe y el Golfo de México. La información recopilada consiste en espectros direccionales del oleaje durante el paso de 14 huracanes, la cual fue referenciada con respecto al centro del huracán, la dirección de avance y el radio de vientos máximos. Con el fin de cuantificar la energía generada localmente se particionó la información espectral direccional en sus principales componentes ó sistemas de olas. Los resultados son consistentes con aquellos encontrados utilizando datos obtenidos por sensores remotos (por ejemplo, datos del altímetro radar de escaneo, SRA por sus siglas en inglés). En los cuadrantes derechos, cerca de la región de vientos máximos, la energía dominante es generada localmente y la forma del espectro tiende a ser unimodal mientras que en los cuadrantes izquierdos la energía dominante es generada remotamente en otras regiones del huracán. Del lado izquierdo y en regiones alejadas enfrente y atrás del centro del huracán se observan espectros más complejos, llegando a ser bimodales y trimodales. Las olas dominantes generalmente se propagan en ángulos significativos a la derecha de la dirección del viento, excepto en la región de vientos máximos de los cuadrantes derechos donde el ángulo es mínimo. Los espectros en frecuencia presentan características del espectro tipo JONSWAP formulado por Young (2006) sin embargo es notable la similitud con el espectro tipo Pierson-Moskowitz característico de mares completamente desarrollados. Estos resultados tienen el objetivo de sentar las bases que se utilizarán para evaluar la capacidad de los modelos numéricos para simular el campo de oleaje generado por huracanes.

OCE-6

CARACTERÍSTICAS LAGRANGIANAS Y CONECTIVIDAD EN EL PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO

Inda Díaz Héctor Alejandro y Parés Sierra Alejandro Francisco
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
aleinda@cicese.edu.mx

Los ecosistemas de frontera oriental son las regiones más productivas del mundo y sustentan un gran porcentaje de las pesquerías mundiales. Entender y describir la conectividad o intercambio entre diferentes zonas del océano es de gran importancia para el estudio de la dispersión de larvas y otros trazadores en el mar, como contaminantes. El objetivo de este trabajo es identificar las diferentes zonas del Pacífico Oriental Mexicano de acuerdo a su capacidad de retener, exportar o recibir

partículas, y describir cómo se conectan estas zonas a través de matrices de conectividad y otros índices definidos ex-profeso. Para ello utilizamos un modelo "offline" para calcular las trayectorias lagrangianas de partículas a partir de campos de velocidad previamente calculados con el modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) en el periodo de 1980-2006. Se identificaron zonas de aislamiento y alta retención de partículas (Bahía Vizcaíno, Norte del Golfo de California), de alta retención e importación (Bahía Concepción) y zonas de alta recepción y exportación de partículas (Cabo Corrientes). Además la conectividad tiene una clara preferencia direccional de norte a sur, tanto en la zona de la Península de Baja California dominada, por la influencia de la Corriente de California como en el sur de México, dominada por la circulación inducida por el Domo de Tehuantepec. Se describe la variación estacional del patrón básico. Se observa una desconexión entre la punta de la Península de Baja California y Cabo Corrientes (y regiones más al sur) para las cuatro épocas del año. Los resultados sugieren que las escalas de conectividad no cambian significativamente para simulaciones de trayectorias mayores a tres meses.

OCE-7

ESTIMACIÓN DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE A PARTIR DE MEDICIONES RADIOMÉTRICAS, USANDO REDES NEURONALES

Pérez Chavarria Miguel Ángel¹, García Nava Héctor², Flores Vidal Xavier², Osuna Cañedo Pedro³ y Martínez Alcalá José Antonio²

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

²UABC, IIO

³CICESE

miguel.perez@uabc.edu.mx

En este trabajo se considera un método de inversión directa para estimar el espectro direccional del oleaje (EDO) a partir de la información radiométrica (ondas electromagnéticas reflejadas por la superficie del mar) capturada por radares de alta frecuencia (High Frequency Radar, HFR). Para lograr dicha inversión, se propone una novedosa metodología estadística de procesamiento de datos, intrínsecamente no lineal, conocida como Redes Neuronales Artificiales (RN), la cual ha sido aplicada con éxito, a la solución de una gran variedad de problemas geofísicos (Thiria, 1993, Gross, 2000, Chazottes, 2006, Brajard, 2006, Aiming, 2006, Loyola, 2006, Krasnopolsky, 2007, Leloup, 2007, Pérez, 2007). El objetivo principal de la técnica basada en las RN, consiste en extraer mediante un entrenamiento, el máximo de información pertinente a partir de un conjunto de mediciones. Se usará un modelo neuronal del tipo Perceptrón Multicapa, el cual requiere ser entrenado con parejas de datos (entrada, salida) localizados en tiempo y espacio, en este caso particular las entradas corresponden a las mediciones de radar y las salidas al espectro del oleaje. Se pretende utilizar como salida el espectro del oleaje generado mediante simulaciones de un modelo numérico avanzado y ampliamente probado, el Wavewatch III (WW-III; Tolman, 2009). Los resultados del modelo neuronal, serán validados con mediciones realizadas por una boya del tipo ASIS. El estudio se propone para el Golfo de Tehuantepec (GoTe), una región que puede considerarse un laboratorio natural, ya que debido a los fuertes vientos que soplan de tierra a mar durante periodos de corto tiempo (3-4 días), se genera una dinámica muy particular en el océano.

OCE-8

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL OLEAJE LIMITADO POR EL FETCH USANDO RADARES DE ALTA FRECUENCIA EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Toro Vladimir G.¹, Ocampo Torres Francisco J.¹, Osuna Cañedo Pedro¹, García Nava Héctor², Flores Vidal Xavier² y Durazo Reginaldo³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC

vtoro@cicese.edu.mx

Se analizó el crecimiento del oleaje limitado por el fetch utilizando mediciones de alta resolución espaciotemporal obtenidas con radares de alta frecuencia (HF). Para calcular el espectro del oleaje, el eco de segundo orden (S2N) fue extraído del espectro Doppler y mapeado al dominio de las frecuencias del oleaje. La conversión de S2N al espectro del oleaje se realizó mediante un modelo paramétrico lineal que depende de la velocidad del viento. El crecimiento del oleaje local, representado por la energía y la frecuencia asociada al pico espectral adimensional en función del fetch adimensional, se determinó a partir de los espectros del oleaje calculados para 25 nodos (~400 km²) alrededor del sitio de anclaje de una boya Air-Sea Interaction Spar. Los datos de la boya se utilizaron como referencia y para proveer la información del viento necesaria para el análisis del crecimiento del oleaje. Los datos simultáneos de la boya y los radares HF presentaron una concordancia adecuada con las curvas de crecimiento del oleaje. El análisis en el dominio de los 25 nodos mostró una correlación significativa y cierta dispersión alrededor de las curvas de crecimiento. Las causas probables de esta dispersión están asociadas con errores en el cálculo del espectro del oleaje y del fetch, y a la suposición de condiciones de viento homogéneo. No fue posible determinar la influencia del swell en el crecimiento del oleaje con el set limitado de datos utilizado; sin embargo, es posible que un

análisis con mayor variación de la altura del swell podría proveer esta evidencia. No obstante, los resultados sugieren que, con el modelo paramétrico lineal, es posible reproducir el crecimiento del oleaje limitado por el fetch. Este trabajo representa el primer esfuerzo enfocado al análisis del crecimiento del oleaje utilizando mediciones de radares HF.

OCE-9

MODELACIÓN NUMÉRICA CON TRAZADORES PASIVOS EN LA ZONA DE PLAYAS EN LA BTS

Tanahara Romero Sorayda Aime
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
stanahara@uabc.edu.mx

En la actualidad modelar las corrientes oceánicas se ha hecho posible gracias al desarrollo de herramientas computacionales potentes que son capaces de resolver las principales ecuaciones de dinámica de fluidos (Navier-Stokes, ecuación de continuidad, etc.), por lo que la aplicación de modelos numéricos se ha convertido en elemento esencial para la planeación del desarrollo costero. El presente trabajo tiene como objetivo presentar la hidrodinámica de la Bahía de Todos Santos incluyendo los resultados de una descarga en la simulación utilizando el modelo ROMS-AGRIF (Sistema Regional de modelado oceánico). Una de las principales fortalezas de ROMS es la elección de coordenadas en la vertical, ya que esta sigue la topografía, permitiendo resolver más finamente la dinámica cercana a la costa en la interacción corriente-topografía. El modelo es forzado con vientos CCMP. Se presentan los vientos que se utilizaron para forzar el modelo hidrodinámico así como los resultados del modelo que considera una descarga en la zona de playas al interior de la Bahía de Todos Santos.

OCE-10

CONDICIONES BAROCLÍNICAS Y CIRCULACIÓN TERMOHALINA EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto², Jiménez-Illasca Ángel Rafael¹ y Castro-Collins José Raymundo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
mniebla@ipn.mx

Se procesaron datos de CTD obtenidos durante febrero, mayo, agosto y noviembre de 2008, con el objetivo de analizar la estructura baroclínica, caracterizar las masas de agua y la circulación geostrofica en la Bahía de La Paz. Los resultados obtenidos durante noviembre, febrero y mayo muestran que la estructura termohalina está determinada por dos masas de agua, Agua del Golfo de California (AGC) y Aguas Subsuperficial Subtropical (ASS), con trazas de Agua Superficial Tropical (AST) durante noviembre y mayo. En agosto se registraron tres masas de agua: AST, AGC y ASS, con una importante cantidad del AST y una marcada disminución del AGC. Mayo se caracterizó por una inclinada termoclina, haloclina y picnoclina, debido al parecer por la entrada del agua del golfo muy fría que domino a la condición local de la bahía. En febrero es de destacar la ausencia de una capa de mezcla. Para Agosto sobresale la intrusión de un mínimo de salinidad a los 50 m de profundidad, debido al arribo del AST a la bahía. En noviembre los vientos del norte generaron una capa de mezcla en la estructura térmica, halina y de sigma-t, con una profundidad de 22 m aproximadamente. La circulación geostrofica, presentó en la superficie de la boca en la bahía un giro ciclónico en febrero, mayo y agosto y un giro anticiclónico en noviembre. En la parte central se encontró un giro anticiclónico en febrero, mientras que en la parte sur se halló un giro ciclónico en noviembre. Esta circulación prevaleció hasta los 50 m de profundidad, excepto en noviembre donde se descubrió un giro ciclónico frente a la Boca Norte y no se apreció el giro en la parte sur de la bahía.

OCE-11

EVOLUCIÓN DEL ESPECTRO DEL OLEAJE EN PRESENCIA DE CORRIENTES INTENSAS.

Juárez Tenoch, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
tjuarez@cicese.edu.mx

La zona costera a lo largo de la plataforma continental es una región extremadamente dinámica, en la que la propagación del oleaje a través de corrientes espacial y temporalmente variables, es un fenómeno bastante común. Es bien sabido que en estas regiones costeras, tales como en nuestro caso, la Boca del Estero de Punta Banda (B-EPB), olas y corrientes coexisten simultáneamente. El EPB en Ensenada Baja California, es un cuerpo costero que cuenta con un canal principal influenciado por corrientes fuertes de marea, de hasta unos pocos m/s, que está expuesto al oleaje del Océano Pacífico. Es en la boca de este cuerpo costero donde se desarrolló una investigación experimental de la dinámica del oleaje sobre corrientes de marea, en el que se anclaron 3 instrumentos tipo ADCP para medir oleaje y corrientes a una profundidad de ~10m. Estos instrumentos están separados una distancia de ~100 m entre cada uno, esta configuración nos permitió analizar la

evolución del espectro del oleaje a lo largo de la B-EPB, con ellos se logró identificar cambios en frecuencia del oleaje debido a la presencia de corrientes opuestas y a favor de la propagación del oleaje. Los resultados revelan que la altura del oleaje registrada por los instrumentos al interior de la B-EPB es modulada por la señal de la marea, en pleamar se registraron alturas de ola de hasta 30 cm, mientras que en bajamar se registran olas de 5 cm. También se observó que cuando el oleaje se propaga en dirección opuesta a la corriente (~ 1 m/s), una parte de la energía se ve bloqueada por la corriente, lo que conlleva a un cambio descendente de frecuencia. Esta evolución del espectro del oleaje a lo largo del canal fue registrada cada 30 min durante 15 días. Las observaciones de la interacción ola-corriente mejoran nuestra comprensión de los efectos no lineales que se centran en profundidad finita. Es importante resaltar que estos resultados tienen un aporte para validar la teoría y modelos numéricos de oleaje, ya que actualmente los modelos espectrales del oleaje no son válidos en la presencia de corrientes, este hecho generalmente no se toma en cuenta y la práctica general es sobreponer los efectos del espectro de oleaje con la corriente sin tener en cuenta la interacción entre ambos, se espera que con estos resultados se pueda mejorar la física de los modelos.

OCE-12

PATRONES DE CIRCULACIÓN GEOSTRÓFICA EN LA ZONA ALEDÑA A LA Sonda DE CAMPECHE

Padilla Pilotze Alma Rosa¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto² y Reyes Herrera Ezequiel Alejandro³
¹ICMyL, UNAM
²CEUNIVO, Universidad de Colima
³Instituto de Biología, UNAM
 pilotze@gmail.com

En base a información hidrográfica recabada en varios cruceros en el Golfo de México, en general frente a las costas de los estados de Tabasco y Campeche entre Coatzacoalcos y la Laguna de Términos, en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 1994, se presentan una serie de cálculos geostróficos que muestran como una primera aproximación, ya que varias de las estaciones son muy someras, la correspondiente posible circulación de la zona. La comparación con imágenes de velocidades geostróficas de la página de la NOAA del Near Real-Time Atlimeter (Jason-1, Topex, ERS2 & GFO) para dichas fechas muestran para mayo, agosto y noviembre cierta compatibilidad y semejanza con las aquí obtenidas y muy poca compatibilidad en febrero. En general aparte de giros que siempre se presentan, se encuentra que en febrero y mayo el flujo, realizando meandros ocasionados tal vez por la configuración costera, tiene tendencia hacia el este y en agosto noviembre hacia el oeste.

OCE-13

PATRÓN ESTACIONAL (2008-2012) DEL FLUJO VERTICAL DE DIATOMEAS EN CUENCA ALFONSO; BAHÍA DE LA PAZ B.C.S

Acevedo Acosta Juan David, Martínez López Aída y Verdugo Díaz Gerardo
 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
 juandavid-88@hotmail.com

Las diatomeas recolectadas por trampas de sedimentos han brindado información para estudios diversos. Sin embargo, existe la necesidad de ponderar su fidelidad para conservar la información proveniente de la zona eufótica durante su hundimiento y su respuesta a la variabilidad climática y oceanográfica. Esta información es fundamental para sustentar las paleoreconstrucciones a partir de registros sedimentarios marinos donde quedan conservadas sus frustulas. El objetivo de este estudio fue determinar la línea base del flujo vertical de las diatomeas planctónicas y bentónicas, así como identificar las condiciones hidrográficas que modulan su magnitud y composición en Cuenca Alfonso, lugar donde existe un registro sedimentario de alta resolución. Para su desarrollo, se procesaron muestras colectadas durante febrero 2008-septiembre 2012, de acuerdo a lo descrito por Álvarez-Gómez (2010) y se consideraron series de tiempo (2002-2012) de sensores remotos de la productividad primaria (PP) y clorofila-a (C_{lo-a}) para establecer su patrón. La climatología de la PP y C_{lo-a} permite identificar un periodo productivo con un comportamiento bi-modal entre diciembre y julio. El primer incremento de PP y C_{lo-a} (máximos de 3,767 mg C m⁻² d⁻¹ y 2.18 mg Chl-a m⁻³) se presenta entre diciembre y febrero (periodo de mezcla), mientras que el segundo incremento (3,299 mg C m⁻² d⁻¹; 1.44 mg Chl-a m⁻³) se da en mayo (periodo de giro ciclónico). El flujo de diatomeas planctónicas (1.1x10⁵ a 1.47x10⁸ valvas m⁻²d⁻¹) y bentónicas (8.58 x10³ a 2.05 x10⁶ valvas m⁻²d⁻¹) presentó variaciones en magnitud, además de presentar diferencias entre periodos hidrográficos y años. Los mayores flujos para ambos componentes se dieron entre diciembre y mayo, sin embargo, para el 2008-2009 y 2011-2012 el aporte fue significativamente mayor al promedio de la serie utilizada y de otras regiones de latitudes bajas. El flujo vertical de diatomeas planctónicas se ajusta con la climatología de la PP mostrando un patrón bi-modal, en el cual se observan cambios en la composición de especies, así; *Thalassionema nitzschoides*, *Fragilariopsis doliolus*, *Thalassiosira* spp. (<10µm) y esporas de *Chaetoceros*., fueron representativas del periodo de mezcla, mientras que *Th. lineata*, *Proboscica indica*, esporas de *Chaetoceros* y *Pseudo-nitzschia* spp lo fueron para el periodo del giro. La variabilidad interanual se manifestó como un cambio en el periodo

hidrográfico asociado con el flujo máximo; en 2008-2009 se observó en el periodo de mezcla, mientras en 2011-2012 en el periodo del giro. Por otro lado, las diatomeas bentónicas se asociaron a la intensificación de los vientos del Noroeste (noviembre a enero). Proponemos para este componente que la mezcla generada por el viento resuspende las diatomeas de áreas cercanas, y las corrientes las transportan horizontalmente hacia la cuenca, donde se depositan.

OCE-14

ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA EN EL CORREDOR COSTERO DE LAS ISLAS CERRALVO, ESPÍRITU SANTO, LA PARTIDA Y SAN JOSÉ DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto²,
 Jiménez-Illescas Ángel Rafael¹ y Castro-Collins José Raymundo¹
¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
 mniebla@ipn.mx

Se procesaron datos de CTD obtenidos durante marzo, junio, septiembre y diciembre de 2009, con el objetivo de analizar la estructura termohalina y caracterizar las masas de agua desde Isla Cerralvo hasta Isla San José. Los resultados obtenidos en la zona frente a Cerralvo durante septiembre muestran que la estructura termohalina está determinada por cuatro masas de agua, Agua del Golfo de California (AGC), Agua Superficial Ecuatorial (ASE), Aguas Subsuperficial Subtropical (ASS) y Agua Intermedia del Pacífico (AIP). En diciembre se registraron tres masas de agua y trazas del ASE. Para marzo y junio sólo se registró AGC, ASS y AIP. Frente a Espíritu Santo y La Partida fue donde se registró la mayor cantidad del ASE en septiembre y junio. Alrededor de Isla San José, es notoria la disminución del ASE en septiembre, en los otros tres muestreos únicamente se registraron tres masas de agua, AGC, ASS y AIP. Junio se caracterizó por una inclinada termoclina, haloclina y pycnoclina, al parecer por la presencia de agua del golfo con un núcleo subsuperficial muy frío y de baja salinidad. En marzo es de destacar la ausencia de una capa de mezcla, con importante estratificación en los primeros 200 m. Para septiembre se aprecia la mayor dispersión y sobresale la disminución de salinidad en los primeros 200 m, frente a Cerralvo, Espíritu Santo y La Partida, debido al arribo del ASE. La capa de mezcla con una profundidad de 50 m aproximadamente registrada en diciembre, en la estructura térmica, halina y de sigma-t, fue causada por los vientos del norte y la disminución de la radiación solar.

OCE-15

MODOS DE RESONANCIA EN LAS BAHÍAS DE ACAPULCO, LA PAZ Y MANZANILLO

Gaviño Rodríguez Juan Heberto¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Obeso-Nieblas Maclovio³ y Carbajal Noel⁴
¹Universidad de Colima, UCOL
²Instituto de Biología, UNAM
³CICIMAR, IPN
⁴IPICYT
 jgavinho@gmail.com

Se Utiliza el método de Lanczos con el operador hidrodinámico bidimensional barotrópico para obtener en la Bahía de Acapulco, el puerto interior de Manzanillo y la Bahía de la Paz, los principales modos de oscilación libre que corresponden a los modos rotacionales más rápidos y a los modos gravitacionales más lentos. Este método ofrece de manera natural la estructura espacial de los modos, es decir, dónde las amplitudes del nivel de agua o de las corrientes son de mayor importancia. Se encuentra que los modos rotacionales son ondas atrapadas a aspectos batimétricos de la cuenca, con periodos que en general son mayores a un día, de [139, 150, 170]h, Acapulco (A), [176, 244, 262]h Manzanillo (M) y [58, 63, 71]h La Paz (P). Los modos gravitacionales se manifiestan en la superficie oceánica, se encontraron periodos de [21.2, 12.6, 11.9]min(A), [21.4, 9.8, 5.2] min(M) y [5.2h, 1.3h, 59.1min, 54.2min](P), y para el caso de oscilaciones tipo Helmholtz, con nodo en la frontera, los periodos fueron de [25.5, 12.0, 8.5] min(A), [29.2, 10.0, 6.8] min(M). Estos modos están determinados por dimensiones geomorfológicas de la cuenca, y aunque en teoría cualquier forzamiento externo con estructura espacial adecuada puede excitar cualquier armónico, se encuentra que el modo fundamental es el que con mayor probabilidad se presenta con amplitud significativa, tal vez por ser el de estructura espacial más simple. Se observa que conforme aumenta el armónico gravitacional, se incrementa también el número de anfídomas. De acuerdo a análisis de registros mareográficos cuando ocurren tsunamis, se han encontrado para Acapulco y Manzanillo periodos de alrededor de 30min, y para la Paz de [105, 54]min, por lo que el modo fundamental tipo Helmholtz es para Manzanillo y Acapulco el más plausible.

OCE-16

ANÁLISIS DE UN ALGORITMO SEMIANALÍTICO PARA EL COLOR DEL OCÉANO Y SU APLICACIÓN EN AGUAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Alvarado Graef Patricia, Martín Atienza Beatriz, Barba Rojo Perla Karina, Hernández Walls Rafael y González Adriana Gisela
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 alvaradograef@uabc.edu.mx

El estudio de las Propiedades Ópticas Inherentes del agua del mar (POIs), en particular los coeficientes de absorción y retroesparcimiento de la luz en ciertas regiones del océano, permite realizar la estimación de la concentración de clorofila *a* (Chl-*a*), la cual es un elemento fundamental para determinar la biomasa fitoplanctónica presente en la región de estudio. A lo largo de las últimas décadas, se han desarrollado múltiples algoritmos, tanto empíricos como semianalíticos, que permiten estimar la concentración de Chl-*a* a partir de un conjunto de datos de radiancia del agua registrados mediante sensores remotos. En este trabajo se presenta el análisis del algoritmo semianalítico propuesto en 1997 por Garver y Siegel, el cual relaciona las POIs del agua de mar con la reflectancia remota de manera que, para aguas caso 1 dicha relación tiene un comportamiento lineal mientras que para aguas caso 2 es su comportamiento es cuadrático. Se ha analizado el método seguido por Garver y Siegel utilizando datos del Golfo de California (GC) y se ha encontrado que los coeficientes en ambos polinomios se pueden ajustar para adecuarse a diferentes regiones. En este trabajo se ha generado una base de datos sintética de coeficientes absorción y de retroesparcimiento basada en datos reales del GC, con el objetivo de determinar la dependencia del algoritmo a variaciones en estos parámetros. Se presentan los resultados de esta dependencia para aguas caso 1 y caso 2.

OCE-17 CARTEL

EVALUACIÓN DE ALGORITMOS SEMI-ANALÍTICOS PARA LA PERCEPCIÓN REMOTA DE LAS PROPIEDADES ÓPTICAS INHERENTES DEL AGUA DE MAR EN LA ESTACIÓN ANTARES BAJA CALIFORNIA (31.750N/116.960W)

González-Silvera Adriana, Santamaría-del-Angel Eduardo,
 Millán-Núñez Roberto, Silva-Hernández Natalia y Mercado Alfredo
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 adriana.gonzalez@uabc.edu.mx

Se analizó la variabilidad temporal del coeficiente de absorción de luz por el fitoplancton (*aph*) y por la materia orgánica particulada y disuelta en el agua de mar (*adg*) en la estación de monitoreo ANTARES Baja California, ubicada a 10 km de la Bahía de Todos Santos (31.750N/116.960W), entre noviembre del 2002 a mayo del 2014. Para esto se utilizaron datos del sensor remoto MODIS/Aqua (NASA) derivados de tres modelos desarrollados para aplicación global (GSM, QAA y GIOP). Se evaluó la variabilidad estacional e interanual de estas variables, y se comparó la reproducibilidad de los diferentes modelos. Así mismo, se compararon las estimaciones satelitales con datos medidos in situ durante mayo del 2007 a diciembre del 2010. Los valores del *aph*(443) determinados con el modelo GIOP variaron entre 0.0007 y 0.454 m⁻¹ con un valor promedio de 0.028 m⁻¹. Por otro lado, el modelo QAA arrojó valores de *aph*(443) que variaron entre 0.005 y 0.42 m⁻¹, con un promedio de 0.024 m⁻¹. El coeficiente *adg*(443) calculado por el modelo GIOP presentó valores entre 0.013 y 0.22 m⁻¹, con un valor promedio de 0.053 m⁻¹. El modelo QAA arrojó valores entre 0.016 y 2.37 m⁻¹, con un promedio de 0.086 m⁻¹. El modelo GSM presentó valores entre 0.0002 y 0.256 m⁻¹ y un promedio de 0.056 m⁻¹. El modelo que mejor explicó la variabilidad de los datos in situ fue el GIOP, presentando un grado de asociación entre la variable medida y estimada inferior al 60%. Esto indica que los modelos que se utilizan para aplicación global requieren adaptaciones regionales para que las variables estimadas sean más representativas de la realidad. Así mismo, estos resultados nos permiten sugerir el uso del actual modelo GIOP para evaluar la variabilidad temporal de estas variables en el área de estudio.

OCE-18 CARTEL

DESARROLLO DE UN MODELO HIDRODINÁMICO-NÚMÉRICO 2D PARA EL ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Alonso Pablo y Carbajal Noel
 IPICYT
 pablo.alonso@ipicyt.edu.mx

Aplicando las ecuaciones de movimiento para aguas someras, se desarrolló un modelo bidimensional verticalmente promediado que permite modelar la circulación inducida por mareas y por viento. El modelo en su primera versión tiene un carácter explícito. El modelo considera aproximaciones actuales para los términos no lineales que reducen la difusión numérica. En el caso del término de Coriolis se experimentó con la aproximación de Weiss que fue extendida a otros términos en la ecuación de movimiento y una aproximación implícita ya muy usada por los desarrolladores

de modelos numéricos. El modelo contiene subprogramas para la modelación de dispersión de contaminantes usando el método de Monte Carlo o soluciones de la ecuación de advección-difusión. El modelo permite estudiar el transporte de sedimentos como carga de fondo y en suspensión. Se aplicó el modelo al estudio del transporte de sedimentos en el Delta del Río Colorado. Está en proceso de desarrollo una versión 3D de estas técnicas numéricas.

OCE-19 CARTEL

ANÁLISIS ESPECTRAL DEL OLEAJE

Mata Saavedra Dante¹, Alatorre Mendieta Miguel Ángel² y González Enriquez Jose Luis³

¹Instituto Politécnico Nacional, IPN

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
 alcondante@hotmail.com

A lo largo del tiempo el océano a despertada gran curiosidad en la investigación científica, el accionar de la comunidad está centrado en su mayor parte a la dinámica marina, en específico al estudio del oleaje. Todo elemento de la comunidad científica que centra sus estudios en la investigación del oleaje lo hace con el fin de proporcionar, nuevos criterios y maneras para comprenderlo. Durante la segunda guerra mundial nace el método Sverdrup y Munk, basado principalmente en relaciones empíricas, relacionando factores tales como: que la altura máxima de la ola es proporcional a la raíz cuadrada de la zona de alcance y que la altura de ola es proporcional a la velocidad del viento o el cuadrado de la velocidad del viento, todo depende de las constantes dimensionales. Sverdrup y Munk comenzaron los estudios para modelar las olas de viento mediante el crecimiento de las olas sobre una base de consideraciones de energía, siendo los primeros en desarrollar las bases del análisis espectral del oleaje. Los modelos espectrales de oleaje son una fuente necesaria para el completo estudio de la hidrodinámica marítima, y sus predicciones son utilizadas para muchas aplicaciones dentro de la oceanología, ingeniería entre otras. Por otro lado, también existen modelos paramétricos que son una fuente importante para el conocimiento de la morfología del espectro. En consecuencia, la modelización debe ser muy detallada. Entre los muchos parámetros que deben incluir, deben estar las olas capilares (surfaces ripples), estado direccional del mar (parámetros como velocidad de fase y wave age), interacción ola-ola, entre otros. Por eso es importante un análisis de diferentes parámetros relacionados con la caracterización del oleaje para su mejor entendimiento y desarrollo. Como podemos ver para este tipo de estudio del oleaje es necesario contar con información detallada del fenómeno. Obteniendo así tres fuentes de datos de los cuales se puede realizar el análisis y que pueden clasificarse en 3 categorías: datos instrumentales, datos visuales y datos procedentes de simulaciones numéricas. Una vez definidos los parámetros para el análisis tenemos que realizar un cálculo de funciones, nos centraremos en estas últimas, para producir una aproximación, es decir, el método nos obliga a asignar un valor de probabilidad de no excedencia o posición de dibujo, para obtener un mejor análisis del oleaje así como su representación.

OCE-20 CARTEL

ESTRUCTURA TERMOHALINA EN AGUAS COSTERAS DE BAHÍA DE BANDERAS

Mireles Loera Ignacio Omar, Filonov Anatoliy, Tereshchenko Iryna, Monzon Cesar y Plata Rosas Luis Javier
 Universidad de Guadalajara
 mireles.ceo@gmail.com

El presente trabajo presenta la estructura termohalina de las aguas costeras de la Bahía de Banderas determinadas a partir de datos in situ tomados con el método de CTD-Ondulante con una sonda SBE19+ en un muestreo oceanográfico en otoño del 2009 y comparados con los datos tomados con la misma técnica y sonda en otro muestreo oceanográfico realizado en primavera del 2011. Entre los dos muestreos mencionados anteriormente se cuenta con aproximadamente 1620 estaciones tomadas en forma de una malla uniforme, alcanzando una profundidad máxima de 380 m. Con estos datos y considerando la distribución de las muestras tomadas se puede realizar el perfilamiento 3D de la estructura térmica, de salinidad y de densidad de la bahía.

OCE-21 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO DE OLAS GENERADAS POR HURACANES.

Esquivel Trava Bernardo, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 btrava@cicese.edu.mx

Se estudiaron las características del campo de olas generadas en condiciones de huracán, tomando como referencia la base de datos de boyas direccionales de la NDBC en el Mar Caribe y el Golfo de México. La información recopilada de las boyas durante el paso de 14 huracanes fue referenciada con respecto al centro del huracán, la dirección de avance y el radio de vientos máximos. Se cuantificó la energía generada localmente en todos los cuadrantes del huracán mediante un esquema de partición del espectro direccional. Las olas más altas se encuentran

en los cuadrantes derechos del huracán en la región de vientos máximos debido a que la velocidad del viento es mayor en este cuadrante (ya que, en los cuadrantes derechos, la velocidad de la tormenta se suma a la velocidad del viento), lo que es consistente con resultados obtenidos, por otros autores, con simulación numérica. Los principales factores que determinan el desarrollo de las olas son la velocidad del viento, ó intensidad del huracán, y su velocidad de avance. Se encontró, que en promedio, a medida que aumenta la velocidad del viento las olas se vuelven menos desarrolladas. Se encontraron evidencias de olas generadas por vientos máximos secundarios asociados a paredes concéntricas al ojo del huracán, las cuales también alcanzan un máximo desarrollo. El efecto que tienen estas paredes concéntricas en la evolución y desarrollo del campo de olas es estudiado mediante la simulación numérica de un caso idealizado.

OCE-22 CARTEL

ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL ESPECTRO DEL OLEAJE DEBIDO A LA PRESENCIA DE CORRIENTES INTENSAS.

Juárez Tenoch, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
tjuarez@cicese.edu.mx

Es bien sabido que en las regiones costeras, tales como estuarios y playas, olas y corrientes coexisten simultáneamente. Sin embargo la interacción no-lineal entre estos dos procesos aun no es bien entendida. Cuando las olas se propagan sobre una corriente variable, algunas interacciones pueden ocurrir, la interacción ola-corriente es un problema de propagación del oleaje en un medio inhomogéneo, dispersivo y disipativo. El objetivo del presente trabajo es el estudio experimental de los efectos de las interacciones ola-corriente sobre la Boca del Estero de Punta Banda (B-EPB) en Ensenada B.C. México. Las condiciones del oleaje en esta zona costera suelen ser significativas desde un punto de vista energético y la fuerte corriente inducida por la marea en la boca del estero permiten las interacciones entre olas y corrientes, este proceso modifica considerablemente tanto la magnitud como la dirección del oleaje. Con el fin de evaluar el efecto de la corriente sobre el oleaje, se realizó un estudio experimental en la B-EPB por un período de 15 días, donde se anclaron 3 equipos para medir oleaje y corrientes (ADCP) al fondo del canal, a una profundidad de ~10m. Los resultados muestran que las corrientes producen cambios considerables en el campo del oleaje, especialmente en cuanto a altura de ola, dirección promedio y longitud de onda se refiere. El efecto del fondo y el cambio de la corriente (particularmente de la marea) sobre olas y el efecto de olas sobre corrientes de marea también fueron examinados.

OCE-23 CARTEL

CONDICIONES DINÁMICAS OBSERVADAS EN UNA PLANICIE INTER-MAREAL DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.

Álvarez Sánchez Luis Gustavo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
lalvarez@cicese.mx

El Alto Golfo de California es el único ambiente macro-mareal de los mares mexicanos, con rango de mareas vivas típicamente de 7 a 8 m. La costa oeste, al norte de 31° N, tiene amplias planicies de marea que se extienden hasta la profundidades de ~12 m bajo el nivel medio del mar. Las planicies inter-mareales se vacían por numerosos canales dendríticos, lineales o en meandros. Los sedimentos superficiales son principalmente lodos café-rojizos. Las arenas se observan en barras y canales inter-mareales y en una franja angosta de playa. (Thompson, 1969; Schreiber, 1969; Meckel, 1975; Baba, et al., 1991). Entre 2008 y 2011 se hicieron observaciones de corrientes, mareas, y sedimento de fondo y en suspensión en un sitio de la planicie inter-mareal durante series cortas de 1 a 3 días, con objeto de identificar los procesos dinámicos que influyen en el transporte de sedimento. En la zona de estudio la planicie inter-mareal tiene ~1 km de ancho, con relieve dominado por barras arenosas bajas, de menos de 0.5 m de altura y 100 a 300 m de largo, cortadas por los canales de drenado. Numerosos depósitos de lodos se ubican en zonas protegidas por las barras arenosas. La evidencia textural y morfológica sugiere que la planicie inter-mareal está dominada por el oleaje, más que por la marea. La corriente de marea es típicamente 0.1 m/s, mientras que la corriente oscilatoria inducida por las olas es mayor por un factor de 3 a 4. Las mayores concentraciones de sedimento en suspensión alcanzan 400 mg/l dentro de la franja turbia que se desplaza con el borde de marea, durante la pleamar o la bajamar. Durante eventos de viento moderado, la concentración en el borde de marea alcanza 800 mg/l.

OCE-24 CARTEL

PROTOCOLO DE TESIS DE MAESTRÍA: VARIABILIDAD DEL ZOOPLANKTON INDUCIDA POR ONDAS INTERNAS DE GRAN AMPLITUD EN LA REGIÓN DEL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA (SEPTIEMBRE, 2012)

Ruvalcaba Aroche Erick Daniel¹, Sánchez Velasco Laura² y Filonov Anatoliy³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²CICIMAR, IPN

³UDG

ruvalcaba.erick@uabc.edu.mx

El zooplancton es un elemento biótico altamente variable, cuya abundancia está regida por tres factores básicos: (1) la dinámica poblacional de los organismos, (2) los cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua, y (3) la dispersión generada por corrientes. La variabilidad ambiental se presenta en varias escalas que actúan al mismo tiempo y cuyo efecto sinérgico es difícil de medir. Mientras que diversos autores han descrito la respuesta del zooplancton a procesos de escala estacional y mesoescala, los fenómenos de alta frecuencia han recibido poca atención, tal es el caso de las ondas internas. Con el objetivo de conocer la variabilidad en biomasa del zooplancton, con énfasis en larvas de peces, y su relación con ondas internas, se planteó un crucero en la región del Archipiélago Central del Golfo de California, región caracterizada por alta actividad de ondas internas en época de estratificación. i) Se realizó un transecto de CTD ondulante desde el sur del Umbral San Esteban, hasta Cuenca Tiburón, además se colectaron muestras superficiales de zooplancton en 13 puntos intermedios con una red de 505µm. ii) Se colocaron cuatro anclajes con cadenas de termistores cada 10m desde superficie hasta el fondo con resolución de 0.033Hz, desde el norte de cuenca Tiburón hasta el sur del Umbral San Esteban; al anclaje principal (zona central de la cuenca) se le adicionó un ADCP con resolución de 0.033Hz. iv) Se realizó una estación fija cercana al anclaje principal en la que se tomaron muestras periódicas de zooplancton cada dos horas durante dos días y medio con una red cónica de cierre-apertura-cierre de 505µm en tres estratos de profundidad. Las muestras de zooplancton fueron fijadas en formalina al 4% neutralizada con borato de sodio. Una vez en laboratorio se midió la biomasa del zooplancton con el método de volumen desplazado; se separaron las larvas de peces y se identificarán al mínimo taxón posible. El resto del zooplancton será fraccionado y será identificado a grandes grupos. Se propone el uso de diversas técnicas multivariadas para correlacionar las abundancias de larvas de peces y zooplancton con el paso de las ondas internas.

Sesión Regular

Paleontología

Organizador:
Oscar Carranza

PALEO-1

ROEDORES CAVIOMORFOS (MAMMALIA-RODENTIA), DE LAS FAUNAS DEL BLANCANO DE MÉXICO

Carranza y Castañeda Oscar
Centro de Geociencias, UNAM
carranza@geociencias.unam.mx

La diversidad de mamíferos contenidos en la secuencia sedimentaria del centro de México, han determinado dos edades superpuestas, Henfiliano (Mioceno tardío-Plioceno temprano) y Blancano (Plioceno), (NALMA North American Land Mammals Ages). Las edades radiométricas y el análisis de paleomagnetismo de los sedimentos, han restringido el intervalo de tiempo de los límites de estas edades en 4.8-4.7 Ma (Bell 2004, Flynn et al 2005), en estos límites se documentan importantes eventos; la extinción de los équidos *Nannippus aztecus*, *Neohippus eurystyle*, *Dinohippus mexicanus*, *Astrohippus stockii*, el rinoceróntido *Teleoceras fossiger*, los carnívoros *Machairodus*, *Agriotherium* y *Borophagus secundus*. Los primeros registros de *Equus simplicidens*, *Nannippus peninsulatus* y *Borophagus diversidens*. Entre lo más significativo que ocurrió en estos límites, fue el establecimiento del Puente panameño, evento trascendental en los cambios bióticos ocurridos durante la apertura del puente panameño que dio inicio al Gran Intercambio Biótico entre las Américas (GABI). Se inició en los límites de estas edades, en 4.8-4.7 Ma (Bell 2004, Flynn et al 2005). Este evento trascendental que afectó la flora y fauna de Norteamérica, dio inicio en los límites de estas edades, los registros de inmigrantes neotropicales en sedimentos del Blancano temprano de Guanajuato, lo confirman (Carranza y Miller 2004, Flynn et al 2005). Sin embargo, se considera que los inmigrantes de Guanajuato quedaron confinados en el centro de México (Woodburne 2010). Empero, no hubo barreras biológicas ni geológicas que limitara su desplazamiento hacia las faunas de América del Norte. La falta de investigación al norte de México, es una deficiencia para documentar las rutas de migración recíprocas de mamíferos, del centro de México, hasta las faunas de las grandes planicies de América del Norte. La investigación en la cuenca de Tecolotlán, en los depósitos de gravas y arenas, se colectaron restos de capibaras, mandíbulas, molares inferiores aislados y un fragmento de M3 con 13 prismas completos que han sido referidos a la edad de Blancano tardío-Irvingtoniano. Los resultados del estudio, demuestran caracteres más progresivos (Kraglievich 1930), que los descritos para *Neochoerus cordobai*, colectado en sedimentos del Blancano temprano de Guanajuato, especialmente el segundo prisma del m2, que se encuentra separado en dos laminas individuales, carácter no presente en *N. cordobai* ó en *Neochoerus dichroplax* (Ahearn y Lance, 1980), de la fauna de 111 Ranch, Blancano tardío de Arizona. Los ejemplares de Tecolotlán, se compararon con una mandíbula colectada en los depósitos del Blancano tardío-Irvingtoniano de la fauna del Golfo de San Clara, Sonora, los dos ejemplares comparten los mismos caracteres progresivos, que los hace diferentes de *N. cordobai* y *N. dichroplax*. Esta similitud entre los ejemplares de Tecolotlán y El Golfo, sugieren que pertenecen a una misma población separada casi 2000 Km y que la región occidental de México fue el corredor para los desplazamientos de mamíferos. Esta es la primera evidencia acerca de la posible ruta de migración de los inmigrantes neotropicales, hasta su arribo a las grandes planicies de América del Norte. PAPIIT N109814 -3

PALEO-2

CONDICIONES PALEOAMBIENTALES CON ANÁLISIS PETROGRÁFICOS-ESTRATIGRÁFICOS EN LA FORMACIÓN OLMOS. BARROTERAN, COAHUILA.

Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe¹, Gallegos Cruz Roberto Carlos¹, Batista Rodríguez José Alberto² y Guajardo Bermea Luis Alberto²
¹Universidad Autónoma de Coahuila, UADEC
²MINSA
ale_jc1@hotmail.com

Esta investigación se realizó en la zona denominada Cuenca Carbonífera en Barroteran, Coahuila. Consistió en determinar las condiciones paleoambientales de la parte superior de la Formación Olmos, con la ayuda de estudios petrográficos. Donde el tajo "La Soledad" tiene una longitud de 5.46 m, se conforma por lutitas oxidadas y calcáreas con estratificación paralela, arenisca calcárea, dolomita, un manto de carbón con un espesor de 31.25 cm y creta. En algunos casos fueron encontrados restos vegetales fósiles. El tajo "Olmos" tiene un espesor total de 5.35 m, en este tenemos lutitas, areniscas de diferente tamaño de grano. Se tiene carbón en la parte baja del perfil con un espesor de 35 cm. El carbón de estos depósitos proviene de restos vegetales de origen terrestre, principalmente plantas boscosas ricas en celulosa y lignina, generándose en un ambiente donde hubo una factor importante en la preservación de los componentes orgánicos, esto favoreció la carbonificación. Fue la frecuente saturación de agua en los sitios de depósito que dificultó la oxidación de la turba. Esto proporcionó condiciones anóxicas bajo la superficie de la turbera. La presencia abundante de Collodetrinita y Collotelinita indican que existieron fluctuaciones en el grado de acidez con respecto a la depositación de los mantos de carbón. Los altos contenidos de Collotelinita pueden estar relacionados con la influencia de agua ricas en calcio, de tal forma que se aceleró la gelificación de la materia orgánica. El ambiente productor de los carbonos fue un ambiente lacustre a un medio palustre. Este ambiente le da características de un carbón de alta calidad, es decir, con pocos detritos y algunas sales. Con los resultados de análisis elementales podemos decir que estos carbonos son

bituminosos, de volatilidad media a baja, por lo cual presenta excelentes cualidades para su transformación en coque. Petrográficamente se observaron macerales muy claramente en los estratos de lutitas calcáreas que contenían materia vegetal, esto puede ser debido a que cuando la materia vegetal estuvo en descomposición para formarse en carbón tal vez quedó atrapada en algunos de esos estratos de lutita. Otra situación es que en determinados estratos de lutita existió una mezcla con materia vegetal y existieron condiciones que preservaron los tejidos de plantas o materia vegetal. Se pudo identificar que el manto de carbón con el que cuentan ambos perfiles es el mismo lo que es conveniente mencionar que los eventos tectónicos no afectaron de manera significativa dichos mantos, mientras que los estratos de lutitas, limolitas es muy común, que en ocasiones presentan plegamientos caóticos. En el perfil del tajo "Olmos" a diferencia del perfil del tajo "La Soledad", no se encontró el estrato de creta, y tampoco se encontraron cambios bruscos en el nivel marino por lo que podemos concluir que pertenece a un ambiente más estable sin tantos cambios internos en la zona.

PALEO-3

RANGO HOGAREÑO DE TRES ESPECIES DE CABALLOS DURANTE EL PLEISTOCENO TARDÍO EN LA CINTA-PORTALITOS DEL CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO.

Marín-Leyva Alejandro Hiram¹, Schaaf Peter², Solís Pichardo Gabriela³, García-Zepeda María Luisa¹, Ponce-Saavedra Javier⁴, Arroyo-Cabrales Joaquín⁵ y Teresa Alberdi María⁵
¹Laboratorio de Paleontología, Facultad de Biología, UMSNH
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Instituto de Geología, UNAM
⁴Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz", Facultad de Biología, UMSNH
⁵Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Tícul Álvarez Solórzano", Subdirección de laboratorio y Apoyo Académico, INAH
⁶Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, España
vajozero@hotmail.com

En México existen un gran número de secuencias del Pleistoceno tardío: muchas de las cuales están localizadas en el Cinturón Volcánico Transmexicano y contienen una gran riqueza de taxones fósiles. Dentro de estos sitios destaca La Cinta-Portalitos, yacimiento ubicado en el centro occidente de México en la cuenca de Cuitzeo, con presencia de distintos grupos de macrovertebrados como: proboscidos, bóvidos, cérvidos, camélidos y équidos. Los caballos del género *Equus* son los restos más abundantes en este sitio y se pueden utilizar como indicadores paleoambientales con base en las inferencias de dieta. Sin embargo, al igual que en las especies actuales, estos animales pudieron presentar cambios de territorio o migración lo cual reflejaría las condiciones de otra área. Debido a esto, en este trabajo se analizó la relación de 87Sr/86Sr del esmalte de los dientes de tres especies de caballos (*Equus mexicanus*, *E. conversidens* y *E. cedralensis*), así como suelos y rocas de la localidad de La Cinta-Portalitos, para determinar si estas especies tenían un rango hogareño restringido o amplio, lo que indicaría si las inferencias paleoambientales que se pueden hacer utilizando otros marcadores biogeoquímicos o ecomorfológicos realmente reflejan las condiciones cercanas al yacimiento. Los resultados de las relaciones de 87Sr/86Sr nos muestran que las especies *E. cedralensis* y *E. conversidens* de talla pequeña y media tienen valores similares a los basaltos y sedimentos del yacimiento de La Cinta-Portalitos, con lo cual se deduce que estos animales tenían un rango hogareño que comprendía la zona norte de la cuenca de Cuitzeo. En la especie *E. mexicanus* de talla grande, el individuo (UM 700) presenta valores de 87Sr/86Sr similares al basalto de La Cinta-Portalitos mientras que el individuo (UM 104) no presenta semejanzas a las rocas y sedimentos de La Cinta-Portalitos lo que indicaría que esta especie pudo tener un rango hogareño más amplio. Se concluye que las inferencias paleoambientales con base en *E. cedralensis* y *E. conversidens*, con rango hogareño restringido, reflejan las condiciones del sitio, mientras que las inferidas de *E. mexicanus*, con rango hogareño amplio, podría reflejar las condiciones ecológicas de otras áreas. Para hacer inferencias paleoambientales con base en équidos se recomienda conocer si son animales que tengan firmas de 87Sr/86Sr similares a las del yacimiento, y tener en cuenta que algunos individuos podrían haber habitado en otras áreas geográficas. Palabras clave: Pleistoceno tardío, Cuitzeo, *Equus*, Esmalte, Isotopía de Estroncio.

PALEO-4

TORTUGAS DEL PLEISTOCENO TARDÍO EN SONORA: EVALUACION DE PRESERVACION PARA DATACION POR RADIOCARBONO

Rebollo Franco Noemí¹, Cruz y Cruz Tamara¹ y Terrazas Mata Alejandro²
¹Instituto de Geología, UNAM
²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
nrebollof@yahoo.com

Actualmente existen pocos estudios paleoambientales sobre la variabilidad climática en el norte de México. Hasta ahora se sabe que hubo cambios climáticos drásticos durante el Pleistoceno terminal (conocido como Youngest Dryas) y posteriormente durante el Holoceno medio (conocido como período antitermal). Sin embargo existen discrepancias acerca de la duración y temporalidad de estos períodos en el desierto de Sonora. Estudios previos en de reconstrucción de las condiciones ambientales basados en paleosuelos, pólen, isótopos estables y fauna en los sitios de La Playa y

El Arenoso indican que hubo condiciones semi-áridas durante el Pleistoceno tardío. Este estudio se enfoca en restos fósiles de tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) encontrados en paleosuelos del Pleistoceno tardío adyacentes a los del Holoceno. Siendo esta especie sensible a cambios drásticos en las condiciones climáticas, su determinación radiométrica contribuirá a determinar la cronología de transición entre estos dos periodos. La parte más abundante de restos óseos de tortuga en zonas semi-áridas es el caparazón. Sin embargo es el plastron (ó caparazón inferior de la tortuga) el que contiene el mayor contenido de colágeno, que es el material de mayor confiabilidad para determinaciones radiométricas. En este estudio se determina la preservación de cuatro muestras de caparazón de tortuga utilizando espectroscopia infrarroja (FTIR-ATR) y se evalúan los cambios en la concentración de carbonatos en los restos óseos relativos a un espécimen equivalente actual. De esta forma se determina la confiabilidad de fechar los carbonatos de estos caparazones por radiocarbono. Asimismo se cuantifica el contenido de colágeno del único espécimen fósil con plastron conservado, el cual se utilizará como muestra control para las determinaciones radiométricas.

PALEO-5 CARTEL

ICTIOFAUNA DEL CRETÁCICO TARDÍO EN EL NORESTE DE MÉXICO: UN ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL.

Murillo Sillas David¹, Dueñas Peña Marissa Anahí², Ortega Serrato Anakaren¹, Blanco Piñon Alberto² y Chacón Baca Elizabeth¹

¹Facultad Ciencias de la Tierra, UANL

²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH
murillo_davoo@hotmail.com

Los peces fósiles marinos de la era turoniana se encuentran en el área de Vallecillo, Nuevo León, en la formación Agua Nueva en el noreste de México. Informalmente conocida como "Miembro de peces de Vallecillo", esta secuencia de margas lutíticas interestratificadas está caracterizada por la presencia ocasional de nódulos de goethita y de la ausencia de bioturbación y otras huellas fósiles. Abundantes fósiles de peces y algunos otros vertebrados, como también algunos invertebrados como bivalvos y amonites, y microfósiles de foraminíferos planctónicos están preservados in situ dentro de margas laminadas. Hasta ahora, la biota de Vallecillo consiste en aproximadamente 400 ejemplares, en su mayoría peces, pero también incluyendo amonites, inoceramidos y algunas tortugas marinas. Los fósiles de ictiofauna documentados en algunos estudios de esta localidad han reportado un montaje de diversos peces marinos denominada por la presencia de peces Osteichthyan así como Pycnodontiformes, Pachycormiformes, Ichthyodectiformes, Dercetidae, Pachyrhizodontidae y Tselfaidae entre otros, con la presencia ocasional algunos fósiles chondrichthyan. Estos trabajos previos de esta localidad han sugerido que Vallecillo representa la parte externa de una plataforma marina poco profunda bajo condiciones inactivas como el paleo ambiente más probable, con condiciones anoxia-dioxicas donde la fosilización masiva pudo haber ocurrido. En este trabajo se reporta la ocurrencia de los fósiles añadidos recientemente al inventario existente, y un detallado análisis petrográfico y geoquímico de la microestructura como elementos tafonómicos clave para la interpretación paleontológica. Entre los más significantes y preliminares resultados es la alta concentración de Iridio encontrada en algunos fósiles de Vallecillo y es probable la implicación del evento KT en el contexto.

PALEO-6 CARTEL

CHAPHOLO: EVALUACION PALEOLIMNOLÓGICA DEL LAGO DE CHAPALA (MÉXICO OCCIDENTAL) DURANTE LOS ULTIMOS 10,000 AÑOS (CONACYT CB2011. 168685. EN DESARROLLO). I ETAPA: CAMPAÑA DE BARRENACIÓN.

Zárate del Valle Pedro Faustino¹, Dörfner Walter², Nelle Oliver³ y Israde Alcántara Isabel⁴

¹CUCEI, Universidad de Guadalajara

²Christian Albrechts University, Alemania

³State Conservation Office of Baden-Württemberg, Alemania

⁴Departamento de Geología, Universidad Michoacana
zavp.pvaz@gmail.com

El Lago tectónico Chapala, se localiza en el occidente de México. El proyecto CHAPHOLO inició en diciembre de 2012. Su objetivo científico es alcanzar la base del Holoceno y evaluar su paleolimnología y paleoambiente. El equipo de perforación fue facilitado por la UNAM (en comodato): Plataforma Uwitec y perforadora Usinger. El depocentro delimitado con información magnetométrica (Alatorre et al., en 2007), consiste en un sector de ca.10 km (E-O) x ca. 5 km (N-S) localizado a 8 km al sur de la Isla de Mezcala. El tirante del agua durante esta campaña varió entre 4.20 m y 4.60 m. En el sitio CHD (103° 02'W, 20° 15'N) se perforaron 48.50m (abril 2014) con tubos de acero de 2m de longitud (diámetros de 80 mm y 55 mm), repartidos en tres barrenos equidistantes ca. 4m: CHD-A (4.20m), CHD-B (26.15m) y CHD (18.15m). El desnivel estratigráfico logrado fue de 27.15m. El sedimento inalterado limoarcilloso fue extruido de los tubos de acero y colocado en tubos de pvc de 1 m y seccionados longitudinalmente a la mitad. En total se obtuvieron 97 "half tubes" (o "medias cañas"), mismos que se protegieron con film autoadherible y guardados en bolsas de plástico tubulares y conservados en refrigeración a +- 4°C. La granulometría del sedimento recuperado es limo-arcilloso

con sedimentación laminar de 11 a 23m. La descripción preliminar es como sigue: COLOR. 0m-4.15m gris-café. 4.15m -22.15m gris oscuro. 22.15m-27.15m gris-café. LAMINACIÓN. Ausencia o poco: 0m - 6.15m; 11.15m; ausencia: 11.15m - 22.15m; presencia: 22.15m - 23.15m; ausencia: 23.15m - 27.15m. CENIZA VOLCÁNICA EN HORIZONTES MILIMÉTRICOS. Ausencia: 0m - 1.15m; escasos: 1.15m - 4.15m; ausencia: 4.15m - 12.15m; escasos: 12.15m - 15.15m; ausencia: 15.15m - 24.15m; presencia: 24.15m - 27.15m. NOTA. De 26.52m - 26.66m se observó un estrato delgado 14 cm. DIATOMEAS Y POLEN (0-10m). Se observa una dominancia de *Stephanodiscus aff. medius* y subdominancia de *Cyclotephanus aff. dubius* siendo característica surirella indicando un lago con cierta concentración iónica. Hacia la base del núcleo (27m) *Aulacoseira granulata* y *Stephanodiscus niagarae* son las diatomeas dominantes. El análisis de diatomeas indica que durante el Pleistoceno Tardío-Holoceno el lago de Chapala mantuvo un tirante de agua tendiente a alto. El Polen observado principalmente es de *Pinus sp.* PARTÍCULAS DE CARBÓN (0-27m). Presencia de partículas de color negro que preliminarmente se identifican como partículas de carbón. Será posible recrear la dinámica del paisaje holocénico en la ribera del Lago de Chapala, referente al historial de incendios por medio de estudios antropológicos. La edad convencional por 14C en el fondo del núcleo (27.15 m) es 9,740 años BP, estimándose una tasa de sedimentación preliminar de 2 mm yr⁻¹. Se agradece la gestión de las Dras. Socorro Lozano G. y Margarita Caballero M.

PALEO-7 CARTEL

DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA DE BRAQUIÓPODOS DEL CÁMBRICO DE SONORA, MÉXICO

Eleno Piña María Fernanda, Herrera Ramírez Edson, Montijo González Alejandra y Cuen Francisco
Universidad de Sonora, UNISON
wingsfer56@hotmail.com

El registro estratigráfico del Cámbrico en el estado de Sonora, México, se caracteriza por constituir secuencias aisladas y diversas en composición, estando representado generalmente por el depósito de rocas sedimentarias consideradas de ambiente marino somero. De manera relativa, estos afloramientos poseen fauna en buen estado de conservación, dentro de la cual los invertebrados fósiles han despertado el creciente interés de diversos investigadores desde mediados del siglo pasado. Dentro de estos invertebrados los braquiópodos constituyen el 30% de la fauna conocida para el Cámbrico. En México existen importantes afloramientos del Paleozoico inferior con abundantes braquiópodos, la mayoría linguliformes, destacando los de Caborca al NW de Sonora y los de Nochistlán en el estado de Oaxaca (Cámbrico superior – Ordovícico inferior). En el Cámbrico del área de Caborca, Sonora, se conocen 12 especies de braquiópodos, distribuidos en las formaciones Puerto Blanco, Buelna, Arjos y el Tren. La Formación Puerto Blanco proporcionó ejemplares de *Lingulella provideorensis* y *Obolella sp.*, mientras que la Formación Buelna contiene solamente individuos de *Paterina sp.* La Formación Arjos posee el mayor número de representantes en esta área, como son *Acrothele concava*, *Linnarssonina rara*, *Dictyonina minutipuncta*, *Micromitra sp.*, *Diraphora arjosensis*, *Wimanella sp.* y *Nisusia sp.* Finalmente para la Formación El Tren se tiene documentada la presencia de *Linnarssonina arrellanoi* y *Dictyonina sp.* En el área de San José de Gracia, Sonora central, se conocen 6 especies de braquiópodos, la mayoría linguliformes, distribuidos en las formaciones Buelna y El Gavilán. La Formación Buelna posee ejemplares de *Obolella sp.*, mientras que la formación El Gavilán proporcionó ejemplares de *Lingulella sp.*, *Prototretra sp.*, *Linnarssonina sp.*, *Acrothele sp.* y *Dictyonina sp.* Para el Cámbrico del área de Arivechi, se ha reportado la presencia de 11 especies de braquiópodos. La Formación El Mogallón posee representantes de *Acrothele subsidia*, *Lingulella sp.*, *Linnarssonina bellatula*, *Linnarssonina ophiensis*, *Protetretra sp.*, *P. attenuata*, *P. flabellata* y *Micromitra sp.* La Formación La Huera contiene ejemplares de *Acrothele sp.*, *Micromitra sp.* y *Protetretra attenuata*. Finalmente la Formación Milpillas está posee ejemplares de *Angulotretra sp.*, *Micromitra sp.* y *Quadrisonia sp.* Con respecto a la abundancia de braquiópodos, el Orden Acrotretida Kuhn, 1949, posee el mayor número de representantes en esta área, principalmente por la Familia Acrotretidae Schuchert, 1893. Este orden ha sido ampliamente documentado para Norteamérica, Australia y Reino Unido, y está compuesto por braquiópodos fosfáticos que tuvieron su primera radiación adaptativa durante el Cámbrico temprano, diversificándose hasta alcanzar su acmé durante el Cámbrico tardío – Ordovícico Temprano, extinguiéndose durante el Silúrico medio (Williams et al., 2007). El estudio de estos organismos permite confirmar la afinidad bioestratigráfica existente entre los depósitos del Cámbrico de Sonora con los del suroeste de los Estados Unidos de América y Canadá.

PALEO-8 CARTEL

PRESENCIA DE GIRVANELLA EN SECUENCIAS CAMBRICAS EN SAN JOSE DE GRACIA SONORA

Montijo González Alejandra¹, Cuen Francisco¹, Minjarez Sosa Jose Ismael², Moreno Flores Hector Manuel¹ y Saucedo Garcia Simeí Andres¹

¹Universidad de Sonora, UNISON

²Departamento de Geología, Universidad de Sonora, UNISON
amontijo@geologia.uson.mx

El objeto de este trabajo es poner de manifiesto la presencia de algas *Girvanella* en secuencias sedimentarias del Cámbrico en San José de Gracia, Sonora. Afloramientos de edad Cámbrico en Sonora, fueron reportados desde 1941, en

algunas localidades de Sonora. Posteriormente Cooper et al, 1946, 1956, reportan en Caborca secuencias cámbricas con diversa fauna fósil; en 1986 González, reporta en Cananea Cámbrico medio; en Arivechi, Almazán, 1989, reporta Cámbrico medio y superior. En San José de Gracia Nardin, et al, 2009 y Cuen, et al, 2009, reportan cámbrico inferior y medio en una sección detrítico– carbonatada con abundancia y diversa biota fósil que consiste en estructuras oncolíticas y especímenes de invertebrados entre ellos trilobites, braquiópodos, arqueoceatidos, entre otros. En San José de Gracia la sección con Girvanella se encuentra en la Formación Buelna, que consiste principalmente de caliza granular que pasa a arenisca calcárea. La arenisca es de color café, de grano fino, delgada pasando a fisil en parte baja y con lutita roja lenticular en contacto con caliza Cerro Prieto. La caliza es gris, arenosa y en algunas ocasiones es de color verde. En la base existen coquinas de Salterella y trilobites acumulados, aparentemente por acción mecánica. En la parte media de esta formación hay dos bancos de calizas muy resistentes a la erosión, formados exclusivamente por oncolitos de Girvanella. La parte superior de la formación está constituida por lutita y arenisca calcárea y caliza en capas delgadas que contienen bancos oolíticos o conglomeráticos con clastos de caliza, con gran cantidad de trilobites. En la mitad superior se encontraron los trilobites índice: Onchocephalus, Antagmus y Bonnia. (Cooper et al, 1956; Rivera, 1988). El espesor de la Formación Buelna es de 70 metros, su base y su cima es concordante con la Formación Proveedora y Cerro Prieto. En San José de Gracia Los oncolitos varían en tamaño de 2-5 cm de diámetro, de formas redondeadas a elípticas, con láminas planas de crecimiento concéntrico y simétrico y compuesto por Girvanella. Presentan partículas carbonáticas como núcleo (bioclastos fragmentados, intraclastos, etc). Girvanella se encuentra asimismo formando intraclastos y/o agregados enrollados sin estructuración interna o incrustando partículas. La matriz en que se encuentran inmersos los oncolitos está constituida por un 'packstone'. En otras localidades en Sonora son: Caborca, dónde se describen las especies Girvanella mexicana JOHNSON en el Cámbrico inferior de la Formación Buelna y Girvanella cf. G. sinensis, en el Cámbrico medio de la Formación Arroyos y Cananea, en el Miembro 2 de la Formación Caliza Abrigo, en asociación con el trilobite Arapahoia sp. La biótica de San José de Gracia está constituida por Girvanellas, así como por invertebrados representados por: trilobites, braquiópodos, hyolithes, salterella, equinodermos y esponjas, que vivieron en ambientes marinos bentónicos someros cálidos de salinidad normal con abundantes nutrientes lo cual propició una gran diversidad y pronta evolución del grupo en el Paleozoico.

Sesión Regular

Riesgos naturales

Organizadores:

Carlos Welsh Rodríguez

Luis A. Delgado Argote

RN-1

ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES Y APROXIMACIÓN AL RIESGO SÍSMICO EN PUERTO VALLARTA.

Flores Navarro Karen Leticia, Escudero Ayala Christian René y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
karenl_flores@hotmail.com

Puerto Vallarta se localiza en la entidad geológica del Bloque Jalisco, limitado entre sistemas de fallas cuyos fenómenos tectónicos, colocan a la ciudad en una zona de relevante peligro sísmico. Es prioridad reducir la vulnerabilidad frente a los peligros, apoyado en el conocimiento científico y técnico, para minimizar el riesgo y reducir las pérdidas económicas y en especial de vidas humanas. Se analiza la vulnerabilidad sísmica en una zona particular de Puerto Vallarta sobre la región central del municipio, analizando algunos subdistritos representativos de su configuración urbana, de especial interés por su alta densidad habitacional. Se lleva a cabo en base al muestreo de edificios característicos de la zona en cuestión, que comparten propiedades estructurales con otros inmuebles. Empleando imágenes LANDSAT 8 sensor OLI-TRIS, y de la plataforma de GoogleEarth, se definen polígonos que delimitan zonas homogéneas para observación y levantamiento de datos. La vulnerabilidad sísmica se obtiene basada en el Manual de construcción, evaluación, y rehabilitación sismo resistente de viviendas en mampostería, diseñado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, que considera parámetros estructurales y de emplazamiento del inmueble, clasificándolos en tres niveles de vulnerabilidad, así como en la Escala Macrosísmica Europea 1998, que clasifica a las edificaciones en base al tipo de estructura. Se agregan además variables de relevancia como la cantidad de pisos y el tipo de construcción. Se presenta un mapa zonificando la vulnerabilidad sísmica en tres niveles, alta, media, y baja, resultado de conjuntar los parámetros estructurales y las variables que influyen en la propensión del edificio. Con lo anterior y la capa de peligro sísmico, obtenida de trabajos previos de microzonificación sísmica, se lleva a cabo un traslape mediante el uso de un sistema de información geográfica, para lograr una aproximación al riesgo sísmico, presentando un mapa final con la distribución del riesgo clasificado igualmente en tres niveles. El estudio contribuye a identificar con mayor certeza las zonas en las cuales el riesgo sísmico es latente. Obteniendo una herramienta para la planeación e implementación de medidas preventivas, e incluso una pauta para la correcta orientación de medidas de mitigación.

RN-2

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO GEOTÉCNICO 2D PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE SITIO. CASO DE ESTUDIO: ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN.

Salinas Jasso Jorge Alán¹, Montalvo Arrieta Juan Carlos¹, Alva Niño Efraín¹, Navarro de León Ignacio² y Gómez González Juan Martín²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM
j.saja@hotmail.com

El incremento de la sismicidad en el estado de Nuevo León en los últimos años trae consigo la necesidad prioritaria de desarrollar estudios multidisciplinarios para evaluar y caracterizar las propiedades dinámicas de los diferentes materiales geológicos, los cuales condicionan en gran medida la respuesta del sitio frente a sacudidas sísmicas. Los sedimentos aluviales recientes y poco consolidados tienden a amplificar la energía sísmica en mayor proporción que unidades litológicas compactadas. Tanto en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) como en la mayoría de los centros urbanos del noreste mexicano las edificaciones civiles sido construidas sin tomar en cuenta los criterios de diseño sísmico, por lo que la aplicación de zonificaciones sísmicas a detalle es precisa para delimitar la distribución de los depósitos aluviales con el fin de subdividir áreas vulnerables frente a sismos, orientando las planificaciones de ordenamiento urbano, gestión y uso de suelo. Una manera de cartografiar la respuesta sísmica de sitio en zonas de baja sismicidad y ausencia de registros de movimientos fuertes del terreno, como en el caso AMM, es mediante la correlación entre geología superficial, información de datos de pozo (litología, espesores, ensayos geotécnicos, nivel freático), mediciones de velocidades de propagación de ondas de cizalla (Vs) y microtremores (vibración ambiental). Se presenta el primer Modelo Geotécnico en el cual se caracteriza los efectos de sitio para la zona central del AMM, en un perfil norte-sur paralelo a la traza de la Línea 2 del Metro. Los sedimentos fueron subdivididos de acuerdo al número de golpes en Ensayos de Penetración Estándar (N) y velocidad de ondas de corte (Vs), definiendo las siguientes categorías: sedimentos someros de arcillas y materia orgánica presentan los valores más bajos N<4 y Vs<180 m/s. Los valores más altos, N>30 y Vs> 632 m/s, son representados por los conglomerados fuertemente cementados y lutitas de la Fm. Méndez. Los mayores espesores de sedimentos aluviales se localizan en la parte sur del área de estudio. A partir del cálculo de amplificaciones relativas de cocientes espectrales (H/V) se definen dos comportamientos en la respuesta sísmica: las amplitudes máximas corresponden a los grandes espesores de sedimentos aluviales localizados al sur del perfil, y una respuesta cuasi-plana (amplitudes unitarias) definida por el incremento en la compactación de los materiales hacia el norte del perfil. Se concluye que la

zona centro-sur del perfil cuenta con el potencial de experimentar las mayores amplificaciones de las sacudidas sísmicas por terremotos, esperando los mayores daños en las estructuras civiles frente a temblores de moderada magnitud.

RN-3

EL SISMO DEL 7 DE JULIO DE 2014, ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y SU REPERCUSIÓN EN LAS ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO SÍSMICO EN CHIAPAS

González Herrera Raúl¹, Aguirre González Jorge², Mora Chaparro Juan Carlos³, Aguilar Carboney Jorge Alfredo⁴ y Narcía López Carlos¹

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

²Instituto de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Universidad Autónoma de Chiapas
ingeraul@yahoo.com

No obstante la intensa actividad sísmica en Chiapas, hay pocas evidencias documentadas de daño sísmico extensivo en el estado y el recuerdo de los efectos de los sismos se resumen a los daños generados por el sismo de Villaflores del 20 de octubre de 1995 y los de Chiapa de Corzo de julio y septiembre de 1975. El 7 de julio de 2014 se presentó un sismo en el estado de Chiapas de magnitud 6.9 e intensidad de VII a IV en las diversas regiones del estado. Este sismo tuvo un epicentro localizado a 47 km al suroeste de Tapachula con una profundidad de 60 km. Tras analizar los efectos del sismo considerando datos del SSN, del IUMAM, de la RIIS, información del Instituto de Protección Civil del Estado de Chiapas, recorridos de campo, trabajo analítico y técnicas de SIG; se hace evidente que el daño presente en los diversos municipios afectados del estado; se deben más a procesos constructivos no adecuados o híbridos con problemas de compatibilidad de deformaciones y falta de mantenimiento. En este trabajo adicionalmente se hace una comparación de los escenarios teóricos de riesgo sísmico que se elaboraron para la ciudad de Tapachula de Córdoba y Ordoñez en diversos estudios de la literatura, versus los obtenidos con el software SORIS calibrados a partir de los daños en las construcciones observados en los recorridos en campo posteriores al sismo y desarrollados a lo largo del mes de julio. Los daños generados por el sismo a lo largo de 30 municipios en el estado de Chiapas han permitido que se hagan declaraciones políticas en torno a revaloración de estudios previos, reconocimiento que falta investigación y desarrollo de estudios en diversas regiones, falta de reglamentos de construcción con normas técnicas complementarias, así como capacitación del sector de la construcción en las áreas de diseño, construcción, supervisión y mantenimiento. A partir de estas declaraciones e interés de las autoridades se puede aprovechar para lograr la planeación a futuro de las ciudades y la gestión de riesgo sísmico en el estado de Chiapas.

RN-4

INVENTARIO NACIONAL DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS Y LOS MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD

Barrientos Reyna Alejandro Francisco, Wingartz Carranza Jorge Antonio, Minjares Rivera Víctor Arturo y Morales Hernández Claudia
Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI
alejandro.barrientos@inegi.org.mx

El INEGI, como una entidad autónoma, responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG), tiene como misión, proveer oportunamente a la sociedad información geográfica de interés nacional que responda a las necesidades de la misma, generando datos indispensables para la planeación, evaluación y fortalecimiento de las políticas públicas, en la actualidad al igual que en otras instituciones, es necesario del análisis de factores de amenaza, para su diagnóstico en materia de protección civil preventiva. Es por ello que en el INEGI, por medio de los especialistas del Departamento de Geología se ha conformando una base de datos de incidencias de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que año con año son recurrentes en nuestro país y que a su vez, constituyen una pérdida de infraestructura civil, hábitats naturales y de vidas humanas; así como también representan el gasto de un importante recurso económico por parte del Gobierno Federal y las diferentes dependencias estatales y municipales, al tratar de solventar los daños ocasionados por dichos fenómenos. La base de datos inicial, ha conformado el producto digital denominado "Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos" (INFG). Lo constituyen seis capas vectoriales que representan información histórica y actual, referente a los fenómenos: Erosión Costera, Vulcanismo, Sismicidad, Inundación, Movimiento en Masas y Subsistencia-Colapso; cada capa contiene una serie de atributos registrando: fecha de ocurrencia, características, información de afectación social y lo más importante la geo-referencia del fenómeno. La información se puede consultar en la página del INEGI, en la liga Mapa Digital de México, temática fenómenos geológicos. También se pretende que el producto, sea interactivo y participativo por la sociedad y quienes participan en el tema de Riesgos geológicos. Como siguiente etapa dentro del análisis de fenómenos geológicos, ha sido la elaboración de Mapas de susceptibilidad que muestren la posibilidad de ocurrencia de un evento que afecte a la población, por lo que se han realizado en tres vertientes: Movimiento en Masa, Subsistencia y Erosión costera. En cada uno de ellos se han realizado procedimientos y metodologías, que con el apoyo de instrucciones

nacionales e internacionales y adaptadas por INEGI se han desarrollado las propias. En la elaboración de Movimiento en masa, se utiliza como primera instancia la interpretación del evento, por medio de ortofotos e imágenes de satélite con series de tiempo, verificación de campo, análisis estadístico y por último la aplicación de álgebra de mapas, para determinar la susceptibilidad del fenómeno. En el caso de Erosión Costera se realiza la confrontación de límites costeros entre las series topográficas escala 1:50 000, interpretación de ortofotos e imágenes de satélite y tratamiento digital de imágenes de satélite por medio de series de tiempo y verificación de campo.

RN-5

EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS A LO LARGO DE LA CARRETERA DE CUOTA TIJUANA-ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, USANDO LA INTERFEROMETRÍA SAR SATELITAL. REPORTE DE RESULTADOS PRELIMINARES.

Sarychikhina Olga, Delgado-Argote Luis A., Suárez-Vidal Francisco y Glowacka Ewa
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
osarytch@yahoo.com

La carretera de cuota Tijuana-Ensenada se extiende a lo largo de casi 110 km en la costa noroeste de Baja California. La carretera fue construida en la década de 1960 y entró en operación en 1967. Actualmente forma parte de la autopista 1, que es el principal corredor de transporte en la península de Baja California. La carretera de cuota Tijuana-Ensenada atraviesa una zona de ~30 km, entre los poblados La Misión y San Miguel, que es propensa a deslizamientos de tipo rotacional por encontrarse sobre terrenos inestables con fuerte pendiente de las Formaciones Rosario y Rosarito Beach, además de estar afectada por fallas activas y fracturas asociadas. Los deslizamientos han sido un problema constante durante décadas. Antes de su construcción, los estudios geotécnicos revelaron la existencia de zonas de deslizamientos antiguos a lo largo de la traza de la carretera los que, debido a sus características geológicas y geomorfológicas, podrían reactivarse. A pesar de estos estudios, la carretera fue construida y, como había sido previsto, el primer signo de deslizamiento se observó incluso antes de su finalización, en 1963. Desde entonces y a pesar de numerosas actividades de estabilización, los deslizamientos en la zona se producen hasta hoy en día, causando daños a la carretera e infraestructura civil circundante y considerables pérdidas económicas. El último deslizamiento de gran magnitud ocurrió el 28 de diciembre de 2013, en el km 93, provocando el derrumbe de un tramo de 300 m de carretera a una profundidad de entre 30 y 60 metros. A causa de dicho derrumbe un tramo de ~45 km de la carretera en la zona de Salsipuedes ha sido cerrado a la circulación obligando a los usuarios a utilizar vías alternas. El conocimiento detallado sobre los deslizamientos ocurridos en el pasado en la escala regional, es decir el inventario de deslizamientos, es una información indispensable para identificación del peligro de deslizamientos y es fundamental para la evaluación del peligro. A pesar de la gravedad del problema, el monitoreo de los deslizamientos en la carretera de cuota Tijuana-Ensenada es disperso, tanto en el tiempo, como geográficamente. En este trabajo presentamos los resultados preliminares de un proyecto en curso de la Agencia Espacial Europea (ESA, ID 17478), cuyo principal objetivo es la elaboración de un inventario detallado de deslizamientos en el tramo La Misión – San Miguel de la carretera de cuota Tijuana – Ensenada usando la técnica de Interferometría Diferencial del Radar de Apertura Sintética (DInSAR). Las principales ventajas de esta técnica son la cobertura de área amplia, la alta sensibilidad al desplazamiento superficial (centímetros a milímetros) y la disponibilidad de un archivo grande de imágenes SAR satelitales desde 1993 para la zona de estudio. Para el análisis retroactivo de deslizamientos a lo largo de la carretera de cuota Tijuana-Ensenada, en este proyecto se están utilizando imágenes SAR ERS-1/2 y ENVISAT ASAR obtenidas entre 1993 y 2010.

RN-6

CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS GEOMORFOLÓGICOS: CARTA TAXCO E14-68-1:50,000.

Román Martínez Jesús Alberto¹, Frausto Oscar² y Pérez Gutiérrez Rosalva¹
¹Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
²Unidad Académica Cozumel, Universidad de Quintana Roo
jesusroman938@gmail.com

Los fenómenos hidrometeorológicos, la Tormenta Tropical Manuel y el Huracán Ingrid, generaron la mayor intensidad de precipitación en la historia del país, con la caída de 987.2 milímetros cúbicos de agua, representando el 70% de la lluvia registrada en un año en el puerto de Acapulco (Conagua, 2013), e impactando a gran parte del Estado de Guerrero. El área de estudio, localizada en la zona norte del estado, presentó crecidas de ríos y numerosos deslizamientos durante el paso de los fenómenos hidrometeorológicos, ocasionados por la variabilidad de la precipitación de la que hasta ahora no se tenía registro de esta intensidad. El propósito de este trabajo es el análisis geomorfológico dirigido a la morfo dinámica de los agente, proceso y forma, identificando y caracterizando las cucharas de desprendimiento, deslizamientos, y caídas de bloques, provocados por la dinámica geomorfológica del lugar. El método se basa en la elaboración del mapa geomorfológico del área de estudio, realizando un análisis del relieve, mediante la interpretación de la morfométrica de las formas del relieve, auxiliado con las curvas de nivel, y la red hidrológica; la elaboración del modelo altimétrico, diferenciando el relieve

atreves de la altimetría, y la creación del modelo de pendientes del terreno, a partir de la propuesta de Kugler H. (en: Demeck J. et al. 1978) asociados a los procesos modeladores más dinámicos (Frausto, 2002) ; Caracterización de la litología, y la génesis de las formas del relieve, consultando la información geológica del lugar, carta geológica-minera Taxco E14-A68 (2004), el Mapa de Riesgos Hidrogeomorfológicos (2012), y el Mapa de la Sierra de Taxco (2013); y por último la fotointerpretación de Imágenes de Google Earth (2014) y Ortofotos escala 1:75, 000 (1995), logrando identificar zonas de erosión, evidencia de la actividad geomorfológica existente. El fin del mapa geomorfológico es la interpretación de las formas del relieve relacionadas a la inestabilidad de la vertiente, y la clasificación Morfogenética agrupando las formas del relieve de acuerdo con los procesos endógenos y exógenos, que las han originado. Identificados y agrupados según su origen litológico, se aplicó la densidad y profundidad de la disección, a los depósitos y cucharas de desprendimiento, determinando el "índice de la degradación de las formas", señalando secuencias evolutivas de los depósitos de desprendimiento; además del análisis de datos de precipitación para el periodo de 1951- 2010, adquiridas de 18 estaciones climatológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua, con el objetivo de determinar los umbrales que controlan los procesos geomorfológicos. Marcando los peligros geomorfológicos a los cuales se encuentran expuestas las localidades, desarrollando del mapa de peligros geomorfológicos de la carta Taxco E14A68, mediante técnicas cartográficas. Representando toda la información de una manera práctica. Por último, utilizando índices en los diferentes productos (modelo de pendientes, altimétrico, unidades litológicas del relieve, y la densidad del drenaje), y aplicando un álgebra de mapas, se obtuvo el Mapa de zonas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.

RN-7

DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES EN LA CARRETERA ESCÉNICA TIJUANA-ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. CASO HISTÓRICO EL OCURRIDO EL 28 DE DICIEMBRE 2013

Suárez-Vidal Francisco¹, Mendoza Borunda Ramón², Delgado-Argote Luis A.², Sarychikhina Olga² y Gómez-Castillo Gemma³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE

³Universidad Nicolaita
tsuarez@cicese.mx

La carretera de cuota Tijuana-Ensenada se extiende por aproximadamente 110 kilómetros a lo largo en la costa noroeste de Baja California. Se estudió el área entre los kilómetros 84 a 96, desde El Mirador hasta Playa Saldamando. Esta zona es propensa a deslizamientos por encontrarse sobre terrenos inestables de las Formaciones Rosario y Rosarito Beach, además de ser afectada por fallas activas y fracturas de extensión regional. El objetivo del trabajo es determinar las zonas más propensas a sufrir nuevos eventos de deslizamientos. Para determinar las áreas más susceptibles a un nuevo deslizamiento, se procesó la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Usando los datos vectoriales del INEGI de 1999, se produjo un Modelo Digital de Elevación (MDE) con resolución espacial de diez metros. Para identificar las zonas inestables se elaboró un mapa de pendientes, un MDE en tercera dimensión, se cartografió la hidrología superficial, empleando registros pluviométricos de la estación hidrológica más cercana al área. Para ubicar las zonas con mayores desplazamientos, se usaron tres conjuntos de fotografías aéreas de los años 1973, 1990 y 2006, y, un conjunto de ortofotos digitales de 1993 como referencia; se hicieron traslapes entre las fotografías digitalizadas y georreferidas para medir desplazamientos horizontales en los deslizamientos activos. Para las mediciones en el plano vertical, se contó con una imagen tipo LIDAR con resolución espacial de cinco metros. Finalmente, para mejorar la confianza en los resultados se realizó un levantamiento topográfico en el kilómetro 91+300 y se obtuvieron datos con un altímetro en un banco de nivel del INEGI y en puntos de control de CAPUFE. El 28 de diciembre de 2013, ocurrió deslizamiento en el km 93+500 de la carretera escénica produciendo la caída por algunas decenas de metros del bloque en donde se encuentra la carretera. El ancho de la masa deslizada es de aproximadamente 185 m en la porción del trazo de carretera con dirección sur a norte, que corresponde prácticamente a la cabeza del deslizamiento. De acuerdo con las observaciones de los planos de fractura y estratificación, así como dirección de los desplazamientos en los planos de la carretera, talud y estratos, se interpreta que las causas geológicas del deslizamiento se asocian con planos de movimiento paralelos a los estratos constituidos por alternancias de areniscas y horizontes arcillosos cuyo contraste de permeabilidad y rigidez es grande. Además, en la zona se identifican estructuras de deslizamiento antiguos que desarrollan fracturas penetrativas, algunas de ellas, con humedad notable. Morfológicamente, el ángulo del talud entre la carretera y la costa es superior a los 45°. Se considera que las causas principales que promovieron la aceleración del deslizamiento se asocian con la vibración permanente y acentuada en la carretera y con las obras de corte en el talud para construir el acceso de camiones de carga a la costa.

RN-8

MORFOLOGÍA, MORFOMETRÍA Y DINAMICA DEL DESLIZAMIENTO LA PINTADA, GUERRERO.

Hernández Madrigal Víctor Manuel¹, Alcalá de Jesús María², Garduño Monroy Víctor Hugo¹ y Grassi Laura³

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

²Facultad de Biología, UMSNH

³Universidad de Bicocca, Milano, Italia
vitorio_manuel@yahoo.it

El 16 de septiembre del 2013, aproximadamente a las 15:30, la localidad de La Pintada ubicada en el sector noreste del municipio de Atoyac de Álvarez (Gro), presenció el deslizamiento de la porción media-baja de la ladera sur del Cerro La Cruz, ubicado al norte de la pequeña mancha rural. Posteriormente, entre las 19:30 y 20:00 de ese mismo día, se presentó un segundo colapso desplazando el terreno ubicado ladera arriba del escarpe principal, como consecuencia de la pérdida de confinamiento provocado por el primer evento. Aplicando la clasificación EPOCH (1993) y con base en observaciones de campo y análisis de fotografías tomadas en sobrevuelo sobre el sitio, se tiene que el proceso de remoción en masa de La Pintada se clasifica como "complejo" en donde se conjugaron dos tipos de movimientos principales: Deslizamiento Traslacional de suelo (slab slide) con posibles velocidades de entre 0.4 y 0.6 m/hora; y que evolucionó rápidamente a un Flujo de Barro (mudslide) con velocidades máximas probables de entre 5 y 6 m/seg, desplazándose 410 m sobre viviendas de los sectores centro y norte de dicha localidad, hasta que chocar con la barrera natural formada por el bordo izquierdo del Río La Pintada. El área total afectada se estima en 92 Ha, de las cuales 32 y 60Ha corresponden a la zonas de desprendimiento y acumulación, respectivamente; con un volumen total de 152,000m³. En la zona frontal del depósito se midieron espesores de hasta 10m, mientras que en zonas proximales al despegue se registraron espesores de 1 a 2m. La textura de la masa desplazada fue limo-arcillosa con gran cantidad de agua intersticial debido al elevado grado de saturación. En la afectación se registran 87 construcciones totalmente arrancadas del suelo o sepultadas, 65 personas fallecidas o desaparecidas, así como cuantiosas pérdidas materiales. Se presume que la elevada velocidad del flujo de lodo hizo imposible cualquier tipo de alertamiento y evacuación, por lo que la población afectada de La Pintada no tuvo la más mínima oportunidad de escape. Indiscutiblemente el factor detonante de este fenómeno fueron las precipitaciones excepcionales promovidas por los huracanes Manuel en el Pacífico e Ingrid en el Atlántico, y como factores condicionantes la litología, cambios de uso de suelo y canales de riego.

RN-9

INVENTARIO NACIONAL DE INESTABILIDAD DE LADERAS: FORMATO CON MACROS PARA LA CAPTURA Y ORDENAMIENTO DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

Domínguez-Morales Leobardo y Castañeda-Martínez Aldo
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
ldm@cenapred.unam.mx

En años recientes se ha discutido la necesidad y la conveniencia de contar con información técnica y documental sobre la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad de laderas que han ocurrido en el territorio mexicano (Mendoza y Domínguez, 2006, y Alcántara y Murillo, 2008), ya que dicha información permite, entre otras cosas, conocer las zonas más propensas éstos e identificar las causas o factores que los detonan. En México existen propuestas y trabajos muy valiosos (Alcántara y Murillo, 2008, DesInventar, 2009, Barrientos y coautores, 2013 y 2014, Domínguez y coautores 2013) que han puesto énfasis en la elaboración de inventarios de casos; integrando información técnica y documental según las áreas de especialidad y las necesidades de cada institución a la que pertenecen. La creación de un Inventario Nacional de Inestabilidad de Laderas y de un formato único para la captura y ordenamiento de información georreferenciada, permitirá que todas las instituciones puedan integrar su información y generar una base de datos única en la que todas las dependencias del gobierno (federal, estatal y municipal), universidades, centros de investigación, estudiantes y público en general, puedan tener acceso a información consensuada y validez, para los usos y fines que les competen; por lo tanto, debe ser una herramienta en constante actualización, a fin de contar en cualquier momento con información detallada y ordenada (tiempo y espacio) de las causas, características y efectos ocasionados por los deslizamientos de tierra. Con información acerca de los deslizamientos más catastróficos que han sido registrados por el CENAPRED y por el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) de 1999 a 2010, se estima que en promedio se pierden alrededor de 30 vidas, 187 viviendas y 113 millones de pesos cada año; siendo los estados de Puebla, Guerrero, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Baja California los más afectados (Domínguez y coautores, 2013). Durante el estudio de estos fenómenos se ha identificado que son varias las instituciones que pueden contar con registros históricos, entre las que se pueden citar al INEGI, la CONAGUA, la SCT, el SGM, el CIESAS, la UNAM, la CFE, la CONABIO, el CENAPRED, el FONDEN, el CENACOM, las unidades estatales y locales de Protección Civil, las juntas de caminos, etc. Otras fuentes muy importantes de información son las bases de datos de organizaciones no gubernamentales, los artículos en revistas o periódicos, los portales electrónicos de noticias, las fotografías aéreas y los artículos científicos publicados en libros, informes y memorias técnicas de reuniones y congresos nacionales e internacionales. El formato que aquí se

propone tiene como objetivo principal sentar las bases para el acopio, ordenamiento e integración de información técnica y documental georreferenciada que pueda ser integrada al Atlas Nacional de Riesgos; para ello, se ha diseñado y programado un formato electrónico (XLS) con macros, que permite al usuario interactuar de una manera ágil y sencilla para capturar, revisar y/o corregir información respecto de la ocurrencia, ubicación, geometría, tipo de fenómeno, causas y efectos adversos que un fenómeno de inestabilidad de laderas tiene en la población.

RN-10

MAPAS DE ZONIFICACIÓN Y DE SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA DEL DISTRITO FEDERAL

Carlos Valerio Víctor¹, Alcántara Ayala Irasema² y López Miguel Celia³

¹EM Capital Soluciones Integrales S.A. DE C.V., EM CAPITAL

²Instituto de Geografía, UNAM

³Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM
victorgeozieniaz@hotmail.com

El Distrito Federal (D.F) es afectado por diversos peligros geológicos asociados con el origen, geomorfología y estructura geológica de la Cuenca de México (CM), tales como: hundimiento y agrietamiento de suelo, sismicidad, vulcanismo y procesos de remoción en masa (PRM), además de ser una de las ciudades más pobladas del mundo, con aproximadamente 9 millones de habitantes y una gran expansión a futuro. En las últimas décadas, el crecimiento urbano se desarrolló sin control ni planificación y ante la falta de espacios en la parte plana. La urbanización se concentró en las zonas montañosas, modificando de manera importante el relieve y propiciando que una gran cantidad de asentamientos (muchas veces irregulares) se encuentren en una situación de riesgo. Aunado a esto, los procedimientos constructivos en ocasiones no han sido los adecuados y el enfoque urbanístico empleado hasta el momento, ha soslayado el aspecto geológico local y regional. Los procesos de remoción en masa, son recurrentes en el Distrito Federal, asociados principalmente al tipo de estructura volcánica y su litología, al fracturamiento, fuerte pendiente, altura, condiciones climáticas así como factores antropogénicos. Algunos ejemplos de la afectación a la población por estos fenómenos son: los deslizamientos y caída de rocas en el Cerro Tenayo y en el Cerro Chiquihuite, en la Sierra de Guadalupe; o bien en la Sierra de Santa Catarina, en las delegaciones de Iztapalapa y Tláhuac; los flujos de lodo y detritos en las zonas de barrancas de la Sierra de las Cruces, en las delegaciones de Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa; o la caída de rocas en los frentes de lava de la Sierra de Chichinautzin, en las delegaciones de Tlalpan y Xochimilco. Estos procesos son causantes de pérdidas humanas y daños a la infraestructura civil, de ahí la importancia de su estudio para determinar las zonas potencialmente inestables, que permitan generar mapas detallados y a diferentes escalas. En este trabajo se presentan dos mapas principales: 1) Zonificación de Procesos, que determina la tipología de los PRM en función de las características litológicas, morfológicas y estructurales de las laderas, así como de observaciones de campo e información disponible respecto a su ocurrencia. Este mapa muestra los tipos de procesos y las áreas donde se pueden presentar. 2) Mapa de Susceptibilidad, generado mediante la integración y análisis de mapas temáticos a una escala regional, 1:75 000. Los mapas considerados representan variables de tipo condicionante en la ocurrencia de los PRM, tales como litología, pendiente, altimetría, drenaje, circos de erosión, fracturas y presencia de área urbana. A partir de un método heurístico, donde las variables se combinan a partir de enunciados y operadores lógicos, se estimó de manera cualitativa el nivel de la susceptibilidad, determinando así las áreas más propensas a presentar remociones en masa. La aplicación de estos resultados puede servir de base para acciones en materia de protección civil, gestión del riesgo a nivel regional y delegacional, planeación y ordenamiento territorial así como para motivar estudios detallados de peligro, vulnerabilidad y riesgo a diferentes escalas.

RN-11

INESTABILIDAD DE LADERAS EN GUERRERO, VERACRUZ Y OAXACA DEBIDO A LAS LLUVIAS INTENSAS GENERADAS POR EL HURACÁN INGRID Y LA TORMENTA TROPICAL MANUEL EN SEPTIEMBRE DE 2013

Domínguez-Morales Leobardo, González-Huesca Alberto
Enrique, Castañeda-Martínez Aldo y Espinosa-Peraña Ramón
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
ldm@cenapred.unam.mx

Uno de los fenómenos geológicos que ocurre como consecuencia de lluvias intensas es la inestabilidad de laderas. Según una estadística de los deslizamientos más catastróficos que ocurrieron el siglo pasado en el mundo, las lluvias son el factor natural más frecuente que detona inestabilidad de laderas con 40% de los casos reportados (Cruden, 1997), seguida de los sismos con 36% y el resto por otras causas. En México, con datos de los últimos 15 años, la proporción es diferente aunque la secuencia es similar con 85% de los casos detonados por lluvias intensas y los sismos con menos del 5%. El 10% de los casos restantes fueron detonados por causas o actividades relacionadas con la población como fugas de agua, excavaciones, modificación de escurrimientos, infiltración de aguas domésticas, fosas sépticas, etc. De hecho, de los casos relacionados con sismos y lluvias

la actividad humana jugó un papel determinante; siendo las laderas y/o taludes en caminos, carreteras, excavaciones, bancos de materiales, cortes y terrenos de cultivo, donde se presentaron la mayoría de los deslizamientos. En septiembre de 2013, una concentración de lluvias muy intensas en los estados de Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas, principalmente, producida por la interacción de los fenómenos hidrometeorológicos Ingrid y Manuel, ocasionó cientos o quizás miles de deslizamientos en más de un centenar de comunidades y localidades de dichas entidades. En este documento se presenta un resumen de las acciones emprendidas por el Centro Nacional de Prevención de Desastres y otras instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Servicio Geológico Mexicano, la Universidad Veracruzana, las Unidades Estatales de Protección Civil, la Universidad Autónoma de Baja California Sur y el Instituto Politécnico Nacional, para la revisión e identificación de laderas cuyo proceso de inestabilidad representara un riesgo inminente para la población y sus bienes. Durante la emergencia se implementó una estrategia urgente de revisión de comunidades que resultaron afectadas por deslizamientos, hundimientos e inundaciones, contando para ello con el apoyo aéreo de la Secretaría de la Defensa Nacional y de los Gobiernos de los Estados, a fin de llegar a las comunidades más afectadas y a las que no se podía arribar por tierra, ya que la mayoría de caminos y puentes habían sido destruidos. De la mayoría de los casos documentados se pudo observar que previo a la ocurrencia del deslizamiento aparecían agrietas, hundimientos y deformaciones que indicaban la activación del proceso de inestabilidad; por lo que la detección temprana de dichos síntomas o precursores y la interpretación adecuada, permite tomar acciones inmediatas de evacuación o de reubicación; así como implementar medidas de mitigación de mediano y largo plazos.

RN-12

ANÁLISIS DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DE LADERAS, A NIVEL DE VIVIENDA, EN LAS COLONIAS EL TEPEYAC, VILLA DE GUADALUPE Y SANTA CRUZ DE LA COMUNIDAD DE TILAPA, MUNICIPIO DE MALINALTEPEC, GUERRERO

Domínguez-Morales Leobardo, González-Huesca Alberto Enrique y Castañeda-Martínez Aldo
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
ldm@cnapred.unam.mx

Las lluvias intensas de mediados de septiembre detonaron numerosos deslizamientos de laderas en zonas serranas de los estados de Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Morelos, Michoacán, Puebla e Hidalgo. La mayoría de ellos ocurrieron entre el 14 y el 20 de septiembre, periodo en el que la tormenta tropical Manuel y el huracán Ingrid originaron lluvias torrenciales. Los eventos más sobresalientes debido a la cantidad de casos y a los daños que produjeron en la población y/o en obras de infraestructura, fueron los sucedidos en el estado de Guerrero. Las lluvias propiciaron cientos de deslizamientos, caídos o derrumbes y flujos de suelos y rocas en las laderas de los cerros y montañas de ese estado; por lo que, dada a la gran cantidad de comunidades que resultaron dañadas o afectadas y de la condición de peligro y riesgo al que están expuestas, el Gobierno de Guerrero solicitó el apoyo del CENAPRED para realizar una revisión minuciosa de la comunidad de Tilapa, de casi 4,000 habitantes, ubicada en la Región de la Montaña, en el municipio de Malinaltepec, ya que en esa localidad se produjeron casi una veintena de deslizamientos, con pérdida de vidas humanas. Dadas las condiciones del terreno, la extensión de la comunidad, la complejidad de la geología y la dispersión de viviendas, se requirió realizar tres visitas de campo a fin de generar una metodología que permitiera a las autoridades del estado identificar aquellas viviendas cuya situación de vulnerabilidad y grado de exposición a la inestabilidad representarían un riesgo inminente para las personas y sus viviendas. Lo anterior permitiría generar un plan de atención y coordinación a fin de tomar las medidas de evacuación o de reubicación necesarias, ante la posibilidad de más lluvias en la región o la ocurrencia de sismos, dado que Guerrero es una zona de alta sismicidad. En este documento se describen los trabajos realizados para delimitar las zonas de riesgos y se presenta una metodología para la reubicación de viviendas, consistente en la identificación de las zonas de inestabilidad y la determinación del grado de exposición de las mismas según su ubicación y localización respecto de las zonas de inestabilidad; complementada con una propuesta del grado de vulnerabilidad atendiendo a las características de construcción de las viviendas estudiadas.

RN-13

DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS DE MASA EN LA COMUNIDAD DE PIE DE LA CUESTA, MUNICIPIO DE ATOYAC DE ÁLVAREZ, GUERRERO

Pérez Gutiérrez Rosalva y Hernández Aguilar Ernesto Fernando
Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
perezr@geologia.unam.mx

Durante el mes de septiembre del año 2013 el Huracán Ingrid y la Tormenta Tropical Manuel causaron daños importantes en varios estados de la República Mexicana, siendo el estado de Guerrero uno de los más afectados. En el caso de la Región de la Costa Grande, poblados como La Pintada, El Paraíso y El Edén, sufrieron pérdidas humanas y materiales a consecuencia de deslizamientos de ladera. En otros sitios, como la comunidad de Pie de la Cuesta, la aparición de fracturas o grietas en los alrededores del pueblo alertaron a sus habitantes de la amenaza a ser

víctimas de deslizamientos de ladera. Pie de La Cuesta es una comunidad integrada por aproximadamente 1000 personas que se encuentra en la margen meridional del cuerpo principal de la Sierra Madre del Sur, a escasos cuatro kilómetros del parteaguas. La mayor parte del poblado de Pie de la Cuesta se encuentra asentado en las laderas sur y oriental del Cerro La Tentación, que tiene una elevación de 1520 msnm con una cima aguda y orientada noreste-sureste, las pendientes de sus flancos oriental y occidental alcanzan los 30 grados; mientras que su ladera sur, la pendiente es de 22 grados. En la zona aflora una roca granítica de color gris claro con estructura masiva y textura granular, compuesta por cristales de cuarzo, feldespato, anfíboles y mica. Como resultado de la meteorización de la roca, se tienen bloques de forma esférica y una capa de suelo de espesor importante. Los rasgos de mayor relevancia asociados a la inestabilidad de laderas identificados en varios puntos en el Cerro La Tentación fueron resumidores y surgimientos de corrientes de agua, lo que hace evidente la circulación de agua a través del subsuelo, antiguos deslizamientos de material y fracturas que definen la corona de un deslizamiento de dimensiones considerables. La corona muestra una geometría semicircular y las fracturas que la delimitan tienen longitudes de hasta 65 metros, aperturas entre 15 y 60 centímetros, y desplazamiento vertical de entre 16 y 68 centímetros. La dirección de movimiento del material ladera abajo es hacia el sur, donde se tiene una cantidad importante de viviendas, así como la Escuela Primaria, la Telesecundaria y el Centro de Salud de la comunidad. Adicionalmente, en la parte oriental del Cerro La Tentación, viviendas de la Colonia La Villita de Guadalupe se encuentran edificadas sobre los bloques, o topográficamente debajo de bloques de dimensiones importantes, cuyo rodamiento ya ha provocado daños a algunos inmuebles. A lo largo de casi un año, se ha tenido un crecimiento continuo en las aperturas y desplazamientos verticales de las fracturas, lo cual hace evidente que la ladera aún es inestable y que existe la amenaza de movimientos de masa producto de la combinación de las fuerzas gravitacionales y la saturación hidráulica del material por precipitaciones intensas. Considerando lo anterior, se reafirmó a las autoridades la petición de reubicación de la población a un sitio más seguro, y con ello evitar una desgracia similar a la ocurrida en La Pintada.

RN-14

ESTUDIO DE 222RN EN FALLA GEOLOGICA DE IZTAPALAPA, D.F., MEDIANTE DTNS.

Juárez Faustino¹, Espinosa Guillermo², Golzarri Jose Ignacio² y Reyes Pedro³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Física, UNAM

³Facultad de Ciencias, UAM
tino@geofisica.unam.mx

Para el análisis de los resultados obtenidos previamente en la zona de Iztapalapa, asumiendo primeramente la forma en que se libera el radón contenido en las rocas, para lo cual se hace la consideración que las rocas presentan un comportamiento plástico minimizando la parte elástica que pudiera tener las rocas, esto, para poder suponer una matriz homogénea, lo que permite aplicar el modelo para una serie de microgrietas que en conjunto permitirán la emanación del radón. Se aplicó el modelo de formación de grietas en material frágil a partir de las siguientes ecuaciones: $\sigma_m = 2\sigma_0 (a/a_0)^{1/2} \sigma_c = ((2E\sigma_s)/a)^{1/2}$ $E = \text{módulo de elasticidad}$ $\sigma_s = \text{Energía superficial específica}$ $a = \text{mitad de la longitud de una grieta interna}$ Considerando σ_s como la energía externa suministrada por la actividad (magnitud) sísmica que se obtuvo del SSN., se presentan los resultados obtenidos correlacionando la intensidad de los sismos y la emanación del radón en la grieta estudiada.

RN-15

DESLIZAMIENTO EL CAMPESTRE, MORELIA, MICHOACÁN: MODELIZACIÓN NUMÉRICA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Villaseñor Reyes Cecilia Irene y Hernández Madrigal Víctor Manuel
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
ces_yama@hotmail.com

La ciudad de Morelia se encuentra ubicada en la intersección de la Sierra de Mil Cumbres y el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, región afectada por rasgos estructurales activos pertenecientes al Sistema de Fallas Morelia-Acambay y sobre los cuales se han desarrollado cuerpos inestables. Ejemplo de ello es el escarpe de la falla La Paloma en la que se han documentado procesos gravitacionales de remoción en masa como el deslizamiento rotacional El Campestre. Si bien existen algunas hipótesis sobre los factores detonantes de estos cuerpos inestables, no hay trabajos que aborden su estudio para lograr comprender la interacción entre el fracturamiento y las propiedades físico-mecánicas de los materiales rocosos involucrados en la ladera, las condiciones meteorológicas de la zona y el potencial sísmico de la falla. Para lograr una mejor comprensión de los efectos que tienen estos factores sobre la ladera, la investigación se enfocó en caracterizar geomecánicamente la porción oriental del escarpe de la falla La Paloma en la ciudad de Morelia, Michoacán. Esto a través de mediciones del fracturamiento por cada tipo de roca según la metodología indicada por la ISRM, también se clasificó la calidad del macizo rocoso con base en el índice de calidad de las rocas (RQD) y la clasificación basada en los valores RMR. Con ello se obtuvo la cohesión y ángulo de fricción. La resistencia a la compresión simple y los módulos de deformación se calcularon con

la prueba de carga puntual, martillo de Schmidt y la técnica de ondas ultrasónicas, respectivamente. Por último, con estos insumos se empleó el programa PLAXIS 2D para modelar el deslizamiento El Campestre y evaluar la interacción entre los factores que le dieron origen. Como resultado de la modelización se pudo observar que los materiales rocosos reaccionan de una forma más desfavorable (decremento significativo del factor de seguridad) con un aumento del nivel freático. Mientras que los eventos sísmicos modelados no afectaron el factor de seguridad de la ladera en ninguno de los escenarios planteados. Esto indica que los materiales son lo suficientemente resistentes a un sismo de magnitud considerable con aceleraciones de hasta 0.6 g. Sin embargo, eventos recurrentes podrían afectar, aunque de forma mínima, el factor de seguridad. Con estos resultados se concluye que los factores condicionantes que producen inestabilidad en la ladera de la falla La Paloma son la sismicidad (responsable del fracturamiento) y las propiedades físico-mecánicas de las rocas involucradas (responsable del comportamiento de las fracturas, infiltración e intemperismo). Mientras que el factor detonante sería el aumento en el nivel freático.

RN-16

PROSPECCIÓN ELÉCTRICA APLICADA EN ZONAS URBANAS AFECTADAS POR EL FENÓMENO DE HUNDIMIENTO.?

Ávila Martínez Lucila¹, Mora Chaparro Juan Carlos² y Salazar Peña Leobardo³

¹Instituto Politécnico Nacional, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM
lusavim_80@hotmail.com

Existen varios métodos de exploración geofísica, sin embargo al momento de su aplicación surgen varias cuestiones que se deben tomar en cuenta, como es: la urbanización de la zona de estudio, los alcances de cada método, el costo, la operabilidad y los resultados que se obtendrán. La prospección eléctrica en su versión de tomografía eléctrica de resistividad, nos proporciona información muy adecuada de las primeras capas del subsuelo. Geotécnicamente, estas capas son las zonas de soporte y asentamiento de la infraestructura urbana. Los métodos de resistividad eléctrica ocupan una fuente artificial de corriente, la cual es introducida en el terreno a través de electrodos. La medición de la diferencia de potencial eléctrico en la cercanía del flujo de corriente y también la corriente inyectada, nos posibilita determinar la resistividad aparente del subsuelo. La profundidad de una tomografía eléctrica será determinada por la separación entre electrodos utilizados. En la Delegación Tláhuac se ha presentado en los últimos años el fenómeno de hundimiento, que se ha manifestado en fracturamiento en las calles y viviendas alcanzando daños importantes en sus estructuras de soporte. En la zona afectada por los hundimientos, se aplicó la metodología de tomografía eléctrica. Los levantamientos se planearon de acuerdo con la manifestación y orientación de la estructura del hundimiento. Este fenómeno ha sido asociado en forma general a la extracción del agua del subsuelo, sin embargo en la delegación Tláhuac se ha identificado que el origen de éste se relaciona principalmente con una falta de planeación, asesoría, seguimiento y desarrollo de los diferentes sistemas constructivos que se asentaron sobre antiguos canales de riego, cauces de río y zonas de cultivo inundables. Éstos fueron rellenados con materiales de mala calidad y sin la compactación adecuada, por lo que el flujo de agua subterránea y/o el flujo de agua asociado a una fuga en los sistemas urbanos de aguas, han provocado la erosión de los materiales de relleno y la subsecuente formación de huecos, que se traducen en hundimientos en la zona con dirección, longitud y ancho bien definidas; las cuales siguen la forma y estructura de las antiguas geoformas, que yacen sepultadas.

RN-17

ENFOQUE GEOTÉCNICO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS POR PROCESOS GRAVITATORIOS EN LADERAS, APLICACIONES PROBABILISTAS Y MODELADO NUMÉRICO

Montiel Edgar y Escamilla Francisco
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
edgar.montiel@cfe.gob.mx

Una ladera natural pueden definirse como aquella superficie inclinada respecto a la horizontal, cuyos rasgos morfológicos de los materiales geológicos que la conforman, hayan sido adoptados de forma natural sin intervención del hombre. A través de los procesos gravitacionales, estos materiales son debilitados por la meteorización y bajo la influencia de la erosión dan forma al paisaje físico en donde se desarrollan las actividades humanas. Debido a esta interacción y sobre todo cuando los grupos humanos se encuentran en las cercanías de estas formas de paisaje, es natural que existan percances debido a la simple relación de tamaños entre uno y el otro, cuyo resultado puede afectar enormemente tanto a los asentamientos humanos, como a sus obras civiles y subsecuentemente a sus actividades. Dentro de los denominados procesos gravitatorios que experimentan las laderas, son los desprendimientos de bloques de roca y los derrumbes; aquellos eventos que por sus características pueden tener efectos catastróficos dentro de las actividades humanas; pero, debe tenerse en mente que este tipo de proceso gravitacional no es impredecible, puesto que las laderas en sí, proporcionan

información clara sobre su estado y condiciones de estabilidad. Para atender esta problemática y dadas las necesidades que los ingenieros tienen para evaluar las condiciones en las que se encuentra una ladera natural, así como su respuesta ante los agentes desencadenantes; en este documento se presenta una metodología basada en la determinación cuantitativa de los riesgos en donde se definen aquellas condiciones desfavorables que deberán analizarse de forma exhaustiva. Con el uso de aplicaciones probabilistas y modelado numérico es posible determinar la probabilidad de falla de las amenazas detectadas en la ladera, permitiendo; consecuentemente, definir medidas de mitigación cada vez más adecuadas en cuanto a su funcionamiento y costo; generando así un registro detallado de cada situación.

RN-18

ALERTAMIENTO POR TSUNAMIS EN MÉXICO Y OPERATIVIDAD DEL CENTRO DE ALERTA DE TSUNAMIS Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO TSUJAL (TSUNAMIS EN JALISCO)

Ibarra Hernández Miguel Sócrates y Vera Mendoza Román Rodolfo
Secretaría de Marina, Centro de Alerta de Tsunamis
socrates_ibarra@yahoo.com.mx

México es uno de los países con mayor actividad sísmica del mundo. Situado en la unión de tres de las más grandes placas tectónicas. Es una de las regiones sísmológicas más activas del mundo. El movimiento relativo de estas placas de la corteza provoca frecuentes terremotos y ocasionales erupciones volcánicas. Los eventos de tsunamis durante los últimos años propiciaron en muchos países, incluido México, comenzar a implementar y reforzar sus acciones en materia de protección civil y respuesta a emergencias. Con estos antecedentes, el gobierno mexicano estableció el Centro de Alerta de Tsunamis (CAT) dependiente de la Secretaría de Marina, creado para ser el centro operacional del Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT). Desde su creación, este centro ha emitido más de 230 boletines informativos, de alerta, seguimiento y cancelación de tsunamis, a más de 800 entidades gubernamentales en los tres órdenes de gobierno en ambos litorales. Estos boletines han sido de carácter local, regional y transoceánico, incluyendo el sismo y tsunami transoceánico de Japón del 2011. Es importante mencionar que México está expuesto al embate de tsunamis y sismos fuertes, capaces de causar pérdidas significativas de vidas humanas y de bienes, como ejemplo se tiene el sismo del 19 de septiembre de 1985 frente a las costas del estado de Michoacán, que generó un evento de tsunami, el cual causó daños en los estados de Colima, Michoacán y Guerrero. El mareógrafo de Acapulco fue la única estación que registró variaciones del nivel del mar por causa del tsunami. Desde el año 2012 el CAT ha participado en diferentes simulacros nacionales e internacionales de alerta de tsunamis. El objetivo principal de este documento es que la comunidad geofísica conozca la existencia y principales actividades del Centro de Alerta de Tsunamis.

RN-19

EVALUACIÓN DEL ESTADO EROSIÓN/ACRECIÓN DE PLAYAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

Nava Sánchez Enrique H., Díaz Gutiérrez José Juan y Murillo-Jiménez Janette M.
Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
enava@ipn.mx

Se ha considerado que la erosión de la mayor parte de las playas del mundo es inducida por procesos antropogénicos, y en menor grado por procesos naturales como el cambio climático y ascenso del nivel del mar, entre otros. Debido al impacto negativo que la pérdida de playas causa en las poblaciones costeras, existe una preocupación internacional por identificar los procesos que inducen la erosión de las playas. Este trabajo evalúa el estado erosivo que presentan algunas playas de la costa oriental del estado de Baja California Sur, desde la playa La Trinidad al norte (próxima al paralelo 28°N), hasta la playa del Amor en Cabo San Lucas en el sur. La costa occidental del Golfo de California presenta una alta diversidad de geoformas y procesos costeros, que determinan una amplia variedad de tipos de playas con condiciones que van desde prístinas hasta con impacto antropogénico e incluso existen playas artificiales. Se identificaron las playas más importantes y representativas de los diversos tipos, considerando atributos como uso, morfología, estado prístino, entre otros. Mediante la plataforma Google Earth y fotografías aéreas se identificaron 67 playas, en las que se levantó la morfometría transversal y a lo largo de la línea de costa y se registraron los atributos del sistema playa-duna. Se muestreo el sedimento de la cara de la playa, trasplaya y/o duna frontal, así como las conchas completas o fragmentadas de la cara de la playa y berma. Se obtuvo la granulometría del sedimento y el grado tafonómico de las conchas. El análisis de la información permitió establecer grosso modo los grados de erosión, estabilidad o acreción que presenta cada playa, de lo cual se obtuvo lo siguiente: erosión alta-moderada, 3 playas; moderada, 11 playas; moderada-baja, 5 playas; baja, 14 playas; baja-estable, 22 playas; estable, 10 playas; estable-acreción, 2 playas. De los procesos que inducen la erosión de las playas, sólo se evaluó el impacto antropogénico, el cual se observó alto y moderado en dos de las playas con erosión alta-moderada y en algunas playas con erosión moderada, en el resto de las playas los niveles de impacto antropogénico variaron entre bajo, muy bajo y nulo.

RN-20

EVALUACIÓN DE PELIGRO POR INUNDACIÓN EN UNA COLONIA DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO.

Rodríguez Lluvia, Gallego Marco y Tapia Elia
Universidad de Sonora, UNISON
lluvia_tony@hotmail.com

Las inundaciones son uno de los desastres naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo y también son uno de los más costosos en términos de daños económicos. Aun cuando la ciudad de Hermosillo, Sonora, se encuentra en una región árida y con niveles bajos de precipitación, se han reportado tormentas de corta duración que superan los 100 mm, produciendo inundaciones en zonas cuya infraestructura urbana no es capaz de soportar dichas avenidas. Por ese motivo se hace necesaria la delimitación de zonas de peligro con el objetivo de prevenir y atender los posibles riesgos. En el presente trabajo se describe una metodología para la determinación de peligro por inundación en una colonia de Hermosillo, Sonora, ubicada en las faldas del Cerro Colorado y cuya escorrentía podría generar problemas para los habitantes de la zona. Como parte del estudio se realizó un estudio hidrológico que se basó en la determinación de caudales máximos por periodo de retorno y tránsito de avenidas máximas, utilizando el método racional y software HEC-HMS del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos. Se llevó a cabo un levantamiento en campo para la determinación de la geometría del cauce principal, y con la información recabada se determinaron las zonas de peligro por inundación utilizando el software Global Mapper y ArcGIS 10.0, llegando a la conclusión de que existe peligro por inundación en las zonas adyacentes al cauce principal.

RN-21

FLUJOS DE DETRITOS OCURRIDOS EN EL AÑO 2013 EN LA BARRANCA DE ATENQUIQUE, LADERA ORIENTE DEL COMPLEJO VOLCÁN COLIMA.

Suárez Plascencia Carlos¹, Díaz Torres José de Jesús²,
Flores Peña Simhael¹ y Núñez Cornú Francisco Javier³
¹Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara
²CIATEJ
³SISVOC, Universidad de Guadalajara
csuarez@cencar.udg.mx

La precipitación de 240 mm en 24 horas en el Complejo Volcán Colima (CVC) ocasionada por el huracán Manuel que afectó las costas del Pacífico el 15 y 16 de Septiembre del 2013, ocasionó durante la tarde-noche un importante flujo de lodo y rocas que drenaron por la barranca del Arroyo Atenquique, localizada en la vertiente centro-oriental del CVC. Este formó corrientes viscosas líquido-sólidas que dejaron una capa heterométrica de material limo-arenoso, gravas y abundantes clastos de hasta 4 m de longitud de rocas de andesita. El espesor alcanzado fue de 4.5 m en la convergencia del arroyo Atenquique con el río Tuxpan y una longitud de aproximada de 15 km. El 25 de noviembre ocurre un segundo flujo de detritos de menor volumen a su predecesor, este dejó un depósito que alcanzó un máximo de 1.3 m de altura y depósito materiales finos y pocos clastos. De ambos eventos se pudo recuperar material fotográfico y vídeo. Los efectos del primer flujo de detritos fue el daño a la planta de papel localizada junto con el pueblo de Atenquique en la parte distal de la cuenca. La cuantificación de los daños ascendió a 15 millones de dólares, afectando parte de las instalaciones de reciclado de fibras y provocando la suspensión total de la fábrica por varios meses, lo que ha generado un efecto negativo en la economía de una amplia región del sur del estado de Jalisco y norte de Colima. Estos daños fueron menores a los del año de 1955, producto de las actividades de mitigación que se realizaron en el arroyo Atenquique debido al alertamiento que dio Protección Civil Jalisco a principios del 2013. La barranca de Atenquique históricamente ha desarrollado flujos de detritos, siendo el más importante el de Octubre de 1955, que generó muertes, heridos e importantes daños a la localidad y fábrica de papel. Estos flujos se generan en el verano y se asocian a varios factores como son los fenómenos meteorológicos, las fuertes pendientes, la inestabilidad de la Andesita La Calle, que son lavas fracturadas; la avalancha de escombros volcánicos, la Toba Los Mazos de poca consolidación y la Formación Atenquique. A estos elementos se suma la historia ambiental en el CVC, como lo fue la agresiva tala forestal de los años 1942 a 1992, actividad que disminuyó la superficie y densidad del bosque, un elemento actual es el cambio uso de suelo de forestal a una agricultura intensiva, con cultivos de aguacate y berries, además de los constantes incendios forestales en las laderas altas del CVC. La conjunción de estos componentes hace que el material geológico en los escarpes y el talweg de la barranca sean vulnerables a la sobrehidratación produciéndose su remoción y movimiento, tal y como identifica en el análisis histórico de imágenes Landast y Spot, en el análisis morfométrico e hidrológico de la cuenca y en los sobrevuelos periódicos que realizamos para el monitoreo de la actividad del volcán Colima.

RN-22

MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS PARA LAS PRINCIPALES LOCALIDADES UBICADAS EN LA SUBCUENCA BAJA DEL RÍO JAMAPA

Torres Morales Gilbert Francisco¹, García Martínez Jorge¹, Leonardo Suárez Miguel², Dávalos Sotelo Raymundo³, Castillo Aguilar Saúl¹ y Mora González Ignacio¹
¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
²Instituto de Ingeniería, UNAM
³Instituto de Ecología A.C.
⁴Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana
gilrtorresmorales@yahoo.com.mx

Se presentan resultados preliminares obtenidos del proyecto "Microzonificación de peligros geológicos e hidrometeorológicos para las zonas conurbadas de Orizaba, Veracruz, y las principales localidades ubicadas en las subcuencas bajas: La Antigua y Jamapa", patrocinado por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz (FOMIX). Se realizó el cálculo preliminar de la amenaza sísmica probabilística considerando el efecto de sitio (ES) en la zona conurbada Orizaba y las principales localidades ubicadas en las subcuenca baja Jamapa; los efectos de sitio se incorporaron mediante una metodología estándar propuesta para estudios de microzonificación sísmica y su aplicación en sistemas computacionales, el cual permite optimizar y condensar los estudios de microzonificación sísmica. Los resultados de la evaluación son presentados a través de mapas de peligro sísmico, curvas de tasas de excedencia y espectros de peligro uniforme (EPU) para distintas ordenadas espectrales y periodos de retorno, respectivamente. Respecto a los estudios hidrometeorológicos se hace uso de sistemas de Información Geográfica para zonificar y estimar las áreas susceptibles a inundaciones por el desborde de ríos; originadas por fenómenos hidrometeorológicos. Así como también, se realiza la simulación de inundación usando el software libre HEC-GeoRAS y HEC-RAS en la subcuenca media baja del río Jamapa. Para esto, se elaboraron las Isoyetas de periodos de retorno (2, 10, 25, 50, 100 y 500 años), generadas con información climatológica secundaria con un periodo continuo de 30 años de 156 estaciones climatológicas, tomada de la base de datos climatológicos CLICOM. Se estima así mismo, el gasto hidráulico para 1805 microcuencas que integran la subcuenca Jamapa, aplicando el método racional unitario modificado. Con los insumos obtenidos en esta etapa se está preparando la estimación del peligro por deslizamiento de laderas en esta zona.

RN-23

LA SOCIEDAD DE LINARES, N.L., MÉXICO VULNERABLE AL PASO DE CICLONES

Chapa Guerrero José Rosbel, Chapa Arce Rosbell Ivan y Chapa Arce Christian Fabián
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
rchapa@fct.uanl.mx

El aumento poblacional de las grandes ciudades en el mundo en las últimas décadas manifiesta que se desarrollen extensas zonas urbanas sin un estudio geológico previo (zonas vulnerables). La consecuencia ha sido el evidente aumento de grandes desastres. La ocurrencia de huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, lluvias torrenciales y otros fenómenos de carácter natural son la causa principal para que se desencadenen las catástrofes, pero con mucha certeza podemos mencionar, que el factor principal para que estas tengan lugar es la construcción de obras en lugares no aptos y aunados a esto sin las medidas necesarias precautorias y de seguridad. La Ciudad de Linares, Nuevo León, fisiográficamente hablando, se encuentra en la Planicie Costera del Golfo Norte, plano inclinado, en el Noreste de México, con una población de casi 80 mil habitantes. El municipio de Linares, que fuera capital de Nuevo León, se localiza limitado al oeste por la Sierra Madre Oriental (SMO) y a 200 km del Golfo de México y está asentado entre los ríos Pablillo y Camachito. La diferencia de alturas entre la SMO (2000 m.s.n.m.) y el municipio de Linares (350 m.s.n.m.) es de 1650 m en una distancia de aproximadamente 20 km. Los asentamientos humanos del municipio de Linares se encuentran, Geológicamente hablando, sobre sedimentos recientes cuaternario, como aluviones y suelos limosos y arcillosos producto del transporte de los ríos antes mencionados. Cabe mencionar que se ha detectado asentamientos sobre las márgenes y lechos de los ríos. Así mismo existen asentamientos sobre dos Cerros (Cerro del Tepeyac y del Cerrito), constituidos por lutitas de la Formación Méndez y en la parte superior de estos cerros se encuentra parcialmente una capa potente de caliza. Aquí se han detectado problemas de caídas de grandes bloques, poniendo en peligro casas habitación. Por lo antes mencionado, algunos sectores del municipio de Linares, N.L. se localiza expuesto a inundaciones repentinas episódicas, haciendo vulnerable a la población, poniéndola en riesgo durante eventos de lluvia intensa y prolongada al paso de ciclones. Así mismo, el riesgo de desarrollo de movimientos en masa en las zonas de los cerros es latente.

RN-24

IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y CARACTERÍSTICAS HIDRODINÁMICAS FUNDAMENTALES DE LOS FLUJOS DE DERRUBIOS

Cardoso Landa Guillermo y Ortigón Alvar María de Lourdes Isabel
Instituto Tecnológico de Chilpancingo, ITCH
gclanda@prodigy.net.mx

Antecedentes Los desastres naturales constituyen un serio obstáculo para el desarrollo humano y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio tan importantes como la reducción de la pobreza extrema a la mitad antes del año 2015. No en vano los desastres naturales provocan pérdidas económicas anuales que van desde los 75,500 millones de dólares estadounidenses en los años 60, 138,400 millones en los años 70, 213,900 millones en los 80 y 659,900 millones en los 90, la mayoría de ellos en el mundo desarrollado. Los flujos de derrubios (debris flows), que son un fenómeno natural que está asociado a la presencia de algunos desastres que se han incrementado en los años recientes, están formados de una mezcla de material fino (arena, limo y arcilla), material grueso (gravas y boleos) y una cantidad variable de agua, que forma un lodo, el cual se mueve hacia ladera abajo, generalmente en oleadas inducidas por la acción de la gravedad y el colapso repentino del material en el banco. En el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los impactos sociales, de pérdidas económicas y de pérdidas de vidas humanas producido por los flujos de derrubios sobre la infraestructura y ciudades de los países en todo el mundo a través de investigación documental, de campo y relacionando la características hidrodinámicas principales de cada flujo de derrubios con sus impactos para cada continente y país del mundo en donde se han presentado desastres asociados a los flujos de derrubios. Desarrollo Los flujos de derrubios ocurren cuando las masas de sedimento clasificadas pobremente, agitadas y saturadas con agua, se mueven en oleadas hacia abajo sobre una ladera en respuesta a la atracción gravitacional. Tanto las fuerzas del fluido como las fuerzas del sólido influyen enormemente sobre su movimiento, distinguiéndose los flujos de derrubios de otros fenómenos relacionados, tales como las avalanchas de rocas y las inundaciones de agua cargada con sedimentos. Mientras que las fuerzas en los granos sólidos dominan la física de las avalanchas de rocas y las fuerzas en el fluido dominan la física de las inundaciones, las fuerzas del fluido y de los sólidos deben actuar en combinación para producir un flujo de derrubios (Davis, 1997). Se ha realizado una investigación relativa a los principales flujos de derrubios ocurridos en las últimas décadas a nivel mundial y se han documentado sus características hidrodinámicas esenciales por continente, región y país, lo cual se presenta en el artículo completo a través de un mapa mundial de flujos de derrubios propuesto a partir de la investigación efectuada. Conclusiones Una vez desarrollada la base de datos de flujos de derrubios a nivel mundial, se procedió a identificar las características hidrodinámicas mas importantes relacionadas a cada uno de estos eventos, así como sus impactos sociales y económicos, resaltando las pérdidas de vidas humanas que han propiciado los desastres asociados a los flujos de derrubios alrededor del mundo en el siglo pasado.

RN-25

FLOOD HAZARDS AND VULNERABILITY IN JAMAICA: KNOWLEDGE SHARING AND COMMUNITY ASSESSMENT THROUGH A PARISH BASED DISASTER RISK INFORMATION PLATFORM (DRIP)

Mandal Arpita¹, Richards Rohan² y Codling Mark²

¹University of the West Indies, Mona Campus, UWI MONA

²National Spatial Data Management Division, Ministry of Water,
Land, Environment and Climate Change, Kingston, Jamaica
mandalarpitaster@gmail.com

Jamaica, the third largest island of the Caribbean is vulnerable to one of the main hydro-meteorological hazards ie flooding. The island has been negatively affected by severe weather events and has shown reported occurrences of severe flooding (2004, 2007, 2008, 2010 and 2012) which have been very costly both in terms of lives and livelihoods. Flood risk is defined as the product of flood probability or hazard, exposure of capital and population, and vulnerability to the effects of flooding, including damage to infrastructure and the economy and health risks. The Planning Institute of Jamaica estimated that in ten years (2001-2010) the island experienced damage of over US \$1.27 Bn due to severe weather systems including hurricanes and tropical cyclones Flooding in Jamaica is a combined response to weather systems (troughs, fronts, hurricanes, tropical storms) as well as strongly dependent on the local geology, soil type as well as topography. Spatial distribution pattern of flood events in the island has shown an island wide coverage which ranges from riverine, depression induced to coastal storm surges. Vulnerability Impact Assessment for flooding in Jamaica is an important aspect which has currently been in focus from both local regional and national perspectives. Vulnerability and hazard assessments necessitates collection of detailed information on flood events and effective dissemination to the communities through an user friendly open access web portal. In light of this, the Land and Information Council of Jamaica and the Office of Disaster Preparedness and Emergency Management in 2014 designed the DRIP (Disaster Risk Information Platform) as a preliminary step to initiate knowledge sharing and data dissemination for stakeholders, policymakers and community representatives. DRIP is based on the highly decentralized model of

risk reduction first piloted in Cuba under the South to South Pilot Initiative in Jamaica called Risk reduction management Centres (RRMC). The DRIP commenced with the parish of St Catherine since it has been affected by six extreme weather events from 2005-2008, resulting in loss of livelihood to 50 vulnerable communities. This open access platform incorporates all island wide as well as parish level flooding events from specific major tropical storms and hurricanes (Isidore, Michelle, Dennis, Emily). Damages in terms of costings for each flood event as well as the spatial parameters such as soil type and local geology terrain are also available on the platform. The DRIP is being deployed on an open source DMS platform and makes data accessible by providing tools to streamline publishing, sharing, finding and using data, allowing members of an organization to view maps, applications and layers. The project further aims in expanding to other parishes and building on a web based data sharing platform consisting of information on location of flood events and their attendant impacts, associated weather systems and impact of climate variables on future flooding. Knowledge on future flood risk for selected watersheds created using future climate projections from PRECIS RECM are considered to be incorporated in the DRIP.

RN-26

EVALUACIÓN DE MEDIDAS ESTRUCTURALES PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS DE INUNDACIÓN: CASO CIUDAD DE AGUA DULCE, VERACRUZ

Travieso Bello Ana Cecilia y García Rugeiro Verónica
Universidad Veracruzana, UV
ana.cecilia.travieso@gmail.com

El estado de Veracruz por sus características y ubicación geográfica está expuesto a inundaciones recurrentes, que ocasionan desastres costosos. Por ello se han implementado medidas de mitigación, principalmente estructurales, con el fin de prevenir o disminuir las inundaciones. Se estudió el caso de la ciudad de Agua Dulce, ubicada al sur de la entidad, la cual sufre inundaciones frecuentes. Se identificaron y caracterizaron las medidas de mitigación implementadas a partir de 2003 a la fecha, mediante la investigación documental, entrevistas a informantes clave y observación directa en campo. Posteriormente se realizó una evaluación ex post cualitativa de las medidas, con base en los criterios de eficacia, pertinencia y cobertura. Para ello se diseñaron y caracterizaron dos indicadores para cada criterio. Con base en este análisis se asignaron valores bajo, medio o alto a cada criterio. Se encontró que los desaholques efectuados en 2003 y 2009 tuvieron una baja eficacia y pertinencia, así como una cobertura media. Esto se debió a que actualmente se aprecia una alta acumulación de sedimentos en los tramos dragados, estimándose que esta medida tiene una duración promedio de dos años, fecha después de la cual debe volver a desaholarse, por lo que el beneficio es limitado y el costo es elevado. La protección marginal, con tapete de concreto para evitar la erosión fue construida en 2003 y tuvo un valor medio para todos los criterios evaluados. Esto se debió a que la protección es discontinua, se ubicó solo en las zonas de meandros más fuertes, donde la infraestructura está muy cerca del margen del río, por lo que protección es parcial y no beneficia a toda la población, además es una medida costosa. El muro de contención con una altura aproximada de un metro y 128 m de longitud, fue construido en 2003 para proteger infraestructura estratégica de PEMEX. Este presentó valores medio de eficacia y pertinencia, mientras que la cobertura fue baja. Por último, la trampa de azolve, implementada en 2010, tuvo una eficacia media, mientras que la pertinencia y cobertura fueron altas. La inversión en infraestructura de 2003 a 2010 supera los ciento setenta y cinco millones de pesos, sin embargo, solo se han disminuido los problemas de inundación. La medida más exitosa en relación con su costo fue la trampa de azolve, la cual al parecer evitó inundaciones en 2010, 2011 y 2012 en la ciudad, en contraste con ciudades vecinas como Coatzacoalcos, que si se inundaron. Sin embargo, la ausencia de mantenimiento de la trampa ha afectado su desempeño, actualmente hay mucha acumulación de sedimentos en la misma. Por tanto, se recomienda dar mantenimiento a la infraestructura para mitigar las inundaciones, con el fin de garantizar su buen funcionamiento. Además, establecer el seguimiento y evaluación de las medidas de mitigación desde la fase de proyecto de las obras, para garantizar que se genere la información requerida para la evaluación y se establezcan los responsables de dar seguimiento y mantenimiento a las obras.

RN-27

ADP OBSERVATIONS AT RIO HONDO (MEXICO-BELIZE) INDUCED BY THE PASS OF HURRICANE ERNESTO

Morales Rubén¹, Laurel Jorge Armando², Escalante Mauricio³, Mejía Víctor³ y Arroyo Víctor³

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

²University of Florida

³IMTA

rmorales@itlac.imta.mx

Currents (ADP's), CTD and surface elevation were measured at Rio Hondo during July to October 2012. The Rio Hondo forms the border between Mexico and Belize and the watershed drains from Guatemala, Belize and Mexico. The river flows in a northeasterly direction to Chetumal Bay on the Caribbean Sea. During early August hurricane Ernesto moving westward from the Atlantic reached its peak intensity as a category 2 as it made landfall on the eastern Yucatan Peninsula. From the 5 to 8 of August 2012, level data from the Chetumal Bay showed a gradual decrease in the

sea water level of up to -1.07 m. A similar response was observed in the water level from the ADP pressure sensors deployed 10 and 20 km upstream the Rio Hondo. In few hours, after reaching the minimum there was a sudden increase in the water level up to 0.38 m. This sudden increase caused an opposite pressure gradient at the Rio Hondo inducing a reversal in the flow which was clearly observed up to 20 km upstream. Therefore, a description of the observed reversal is described and the observations are synthesized with a numerical model.

RN-28

RUPTURA DE UNA REPRESA DE JALES: LA INUNDACIÓN CATASTRÓFICA DEL 27 DE MAYO DE 1937 DE TLALPUJAHUA, MICHOACÁN, MÉXICO

Macías José Luis¹, Corona Chávez Pedro², Sánchez-Núñez Juan Manuel³, Marín-Medina Mónica⁴, Garduño Monroy Víctor Hugo⁵, García Tenorio Felipe⁵ y Cisneros Guillermo⁵

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²UMSNH

³CIEMAD-IPN

⁴INEGI, Michoacán

⁵IGF, UNAM

macias@geofisica.unam.mx

El 27 de mayo de 1937, después de una semana de fuertes lluvias ocurrió la ruptura de una represa de jales de La Mina Dos Estrellas ubicada en la región minera de Tlalpujahua, Michoacán, centro de México. Esta ruptura liberó repentinamente 16 Mt de residuos ricos en cianuro y saturados de agua que causó una inundación voluminosa y la muerte de al menos 300 personas y la destrucción de la histórica iglesia de El Carmen y varios barrios. Análisis de fotografías proporcionadas por el Museo moderno de la mina, información obtenida en fuentes históricas y trabajo de campo indican que el flujo viajó más de 12 km antes de diluirse. El flujo se movió inicialmente a velocidades máximas de ~25 m/s y se canalizado a lo largo de los drenajes de Dos Estrellas y Tlalpujahua arrasando todo a su paso. Después de avanzar 2.5 km, la inundación impacto la iglesia de El Carmen y casas circundantes a una velocidad estimada de ~7 m/s cubriendo el piso de la iglesia con ~2 m de lodo y escombros. Las relaciones estratigráficas y datos granulométricos del depósito así como las marcas del lodo en fotografías indican que el flujo se comportó como un flujo hiperconcentrados lo largo de la mayor parte de su trayectoria. La inundación catastrófica en Tlalpujahua ofrece un testimonio trágico de la ruptura un dique minero causado por los efectos combinados de lluvias intensas, debilidad de la presa y la carencia de protocolos de emergencias para evacuar a los pobladores.

RN-29

RIESGO POR VECTORES (AEDES AEGYPTI) EN XALAPA, VERACRUZ

Welsh-Rodríguez Carlos Manuel¹, Monaghan Andrew², Ochoa Martínez Carolina Andrea¹, Díaz Félix Gabriela¹, Morales Martínez Marco Aurelio¹ y Hayden Mary²

¹Universidad Veracruzana, UV

²NCAR

cwelsch@uv.mx

El dengue es una enfermedad viral aguda, transmitida por el mosquito *Aedes aegypti*, este es considerado como el vector transmisor de la enfermedad, la cual es eminentemente urbana. Se establece una relación entre el cambio potencial en el clima local de la ciudad de Xalapa (Clima templado-húmedo regular y una temperatura media anual de 18°C; descendiendo notablemente durante el invierno debido a los vientos del norte, se presentan lluvias abundantes en el verano y a principios del otoño, con una precipitación media anual de 1,520 milímetros) y la presencia del vector en diferentes clusters de la ciudad que por las condiciones climáticas se esperaba una presencia baja o nula del vector. Los datos climatológicos establecen escenarios potenciales de isla de calor, además de un incremento de eventos extremos tales como inundaciones que son factores positivos para la presencia del vector, sin embargo no sólo las condiciones ambientales o biológicas condicionan su presencia. Es necesario evaluar el riesgo potencial futuro de presencia y contagio de Dengue, se estableció una correlación positiva entre la presencia y abundancia del vector con los cambios en el patrón climático local. Este trabajo se deriva del proyecto "The dengue vector mosquito *Aedes aegypti* at the margins: sensitivity of a coupled natural and human system to climate change", el cual realizó en conjunto la Universidad Veracruzana, The National Center for Atmospheric Research (NCAR, por sus siglas en inglés), Centers for Disease Control and Prevention (CDC, por sus siglas en inglés) y Colorado State University (SCU, por sus siglas en inglés).

RN-30

PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA CORDILLERA DEL PICO DE ORIZABA Y SU IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA

Morales Martínez Marco Aurelio¹, Welsh-Rodríguez Carlos Manuel¹, Ruelas Monjardín Laura Celina² y Ochoa Martínez Carolina Andrea¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

²Colegio de Veracruz, COLVER

marcomm1@gmail.com

La degradación de las cuencas de alta montaña impacta la disponibilidad de agua para las poblaciones que habitan en los distintos niveles o escalas de las mismas, por lo que la evaluación de la vulnerabilidad ante el riesgo que representa la incertidumbre sobre disponibilidad futura de recursos hídricos y la degradación del suelo se hace preponderante en la zona de interés de la cordillera del volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba), el reconocimiento de las amenazas para esta área permitirá sentar una base que contribuirá al desarrollo de acciones que permitan la correcta gestión del binomio agua/tierra. Para ello se propone estudiar la degradación del suelo mediante la aplicación del modelo USLE/RUSLE, comparando espacialmente las tasas de erosión correspondientes a los años 1995, 2007, 2013. Se evaluará la distribución de los cambios ocurridos durante el periodo de dichos años en la cuenca alta del río Jamapa en el estado de Veracruz. Para el estudio de la influencia de la variabilidad climática al glaciar fuente de agua, se tomarán los datos de precipitación acumulada, temperaturas máximas y mínimas, de las estaciones climatológicas más próximas al área de interés, estos datos se compararan con las normales climatológicas anuales, del Servicio Meteorológico Nacional para observar el desarrollo de su comportamiento y probable influencia, mediante el SIG y las imágenes satelitales del glaciar para los años, 1995, 2007 y 2013 se podrá realizar una descripción general del estado actual del glaciar. La observación histórica del paisaje hace evidente la degradación del área de interés, esto en combinación con las observaciones geológicas y la modelación numérica permitirá de manera efectiva construir escenarios de amenaza para las comunidades humanas de la cuenca alta. Será importante obtener de manera gráfica información de eventos extremos ocurridos en el pasado y que pueda volver a ocurrir en la región.

RN-31

PATRONES ESPACIO-TEMPORALES DE DAÑOS A LA SALUD POR IMPACTO DE RAYOS EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ

Álvarez Oscar y Contreras Ana Delia

Universidad Veracruzana, UV

oalvarez@uv.mx

La incidencia de descargas eléctricas se ha convertido en un factor emergente que causa diversos daños a la salud de la población que habita en la región central de Veracruz. Después de una notable disminución de estos casos durante más de un siglo de historia, en los últimos 20 años se han venido incrementando significativamente: de 450 a casi dos mil personas lesionadas por año. Las lesiones con mayor frecuencia de reporte son: parálisis temporal, déficit de memoria, ruptura del tímpano, trastornos del sueño y déficit de atención. En el caso específico de muertes, los registros gubernamentales indican que las descargas eléctricas ocurren por lo común durante episodios de lluvia moderada a intensa (>25 mm/h) y de corta duración (40 a 90 min.) causando entre 8 a 17 muertes al año en esta zona montañosa. A partir de los datos del sistema de detección de relámpagos LIS/TRMM y diversas técnicas de interpolación numérica, se construyeron algunos patrones de riesgo dependientes del tiempo. Estos patrones intentan llevar a cabo una primera evaluación regional del riesgo a la salud, inducido por las tormentas en primavera y verano. Finalmente, son discutidos los factores físicos y sociales que pudieran estar interviniendo en incrementar las afectaciones en la salud.

RN-32

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS DESASTRES EN MÉXICO DURANTE 2013, Y LAS NUEVAS HERRAMIENTAS DEL CENAPRED PARA LA MITIGACIÓN DE ESTOS EVENTOS.

Valdés González Carlos M.¹, García Arróliga Norlang M.², Méndez Estrada Karla M.¹, Reyes Rodríguez Rosa², Zepeda Ramos Oscar² y Castelán Gilberto²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
carlosv@oilin.igeofcu.unam.mx

En el año 2013, los daños y pérdidas por desastres de origen natural y antrópico en México, ascendieron a \$61,009 Millones de Pesos. Sólo después de 2010, el 2013 registra la cifra más importante desde 1999, fecha en que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) inició la Serie Impacto socioeconómico de los desastres en México. El monto del daño por pérdidas bajo el punto de vista económico en relación con el PIB (2013), fue de 0.37%. En comparación, el gasto en Ciencia y Tecnología en México en el año 2012, fue del 0.43%

del PIB (Banco Mundial). El monto de daños y pérdidas del 2013, equivale a 203 veces el presupuesto anual de Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), que es de 300 millones de pesos; casi tres veces el gasto programable de la Secretaría de Gobernación para el ejercicio fiscal 2013, que fue de 21,041 millones de pesos; 1.4 veces el presupuesto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y casi dos veces el presupuesto de recursos federales del 2013 para la UNAM, de 31,557 millones de pesos. En 2013, de cada 10 desastres, 9 fueron de origen Hidrometeorológico, situación recurrente en los últimos 15 años. Condición que no siempre ha ocurrido, pues los sismos de 1985, siguen siendo el desastre más costoso para México. Curiosamente, por monto, el segundo desastre en importancia en el 2013 fue el de origen químico, con 7%, seguido por los de origen geológico con 1%. Las víctimas de los desastres por fenómenos naturales y antrópicos en 2013, fueron 312, de los cuales 300 fueron resultados de fenómenos hidrometeorológicos. En el caso de deslizamientos de laderas, asociadas a estos últimos fenómenos, en particular en La Pintada, en el estado de Guerrero, fallecieron 71 personas. El CENAPRED, ha trabajado en el desarrollo de herramientas para la mitigación de desastres, como son el Atlas Nacional de Riesgos (ANR), con cerca de 40,000 capas de información, comparado con un Atlas en 1994, documento de 125 hojas. El ANR es un sistema que cuenta actualmente con la información de atlas de 30 entidades federativas, que es actualizado constantemente y que permite crear escenarios de afectación por diversos fenómenos. El CENAPRED también es responsable de crear y operar el Sistema Nacional de Alertas (SNA), que permita contar con información, en tiempo real, para aumentar la seguridad de los mexicanos en situaciones de inminente peligro. Para contribuir al establecimiento de una cultura para la prevención de desastres y mitigación de sus efectos, el CENAPRED realiza la divulgación del conocimiento sobre fenómenos perturbadores, desarrollos tecnológicos y medidas de preparación para la reducción de riesgos hacia los distintos sectores de la población, mediante la producción y la distribución de publicaciones, intercambio de materiales de difusión, la publicación de información socialmente útil y especializada en el portal web y la integración y operación de un acervo especializado de información. Nuestro objetivo es que México se constituya en ejemplo de prevención.

RN-33 CARTEL

MODELADO ESPACIAL PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA: LA PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO

Muñiz Jauregui Jesús Arturo¹, Morales Manilla Luis Miguel¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel², Mendoza Cantú Manuel E.¹ y Mora Chaparro Juan Carlos³

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

³Instituto de Geofísica, UNAM

jmuniz@pmip.unam.mx

Los procesos de remoción en masa (PRM) son un fenómeno peligroso cuya ocurrencia a aumentado en México, dos casos que ocasionaron pérdidas humanas y materiales en el último año; son el deslizamiento en la carretera escénica Ensenada-Tijuana y la comunidad de Pintada en el Estado de Guerrero. Esto hace necesario incrementar la cantidad de estudios que ayuden a entender y prevenir este tipo de desastres. La zonificación de la susceptibilidad a los PRM es una de las herramientas más aplicadas para determinar zonas potenciales a este tipo de fenómeno. Existen tres tipos de métodos para la zonificación de los PRM: los heurísticos, determinísticos y estadísticos, este último es el que mejores resultados a dado y cuyas técnicas tienen más de treinta años que se sugirió su aplicación. Para este trabajo se exploró el uso de un método estadístico cuya aplicación es novedosa en el fenómeno de los PRM. Este método se aplicó en el municipio de Francisco León, Chiapas, lugar que es afectado de manera constante por PRM. El procedimiento se centró en determinar el arreglo espacial de valores resultantes de la interacción de dos tipos de eventos geográficos: factores que condicionan la ruptura de una ladera y la presencia de PRM, los que fueron analizados por sus relaciones espaciales (inclinación de la pendiente, orientación de la ladera, proximidad al talveg, proximidad al parteaguas; coincidencia con la altitud; proximidad a crestas y proximidad a caminos). Se estableció funciones de preferencia que ayudaron a entender el comportamiento espacial de las variables analizadas dentro para las trece unidades lito-estructurales diferenciadas en unidades con cobertura de selva o unidades desprovistas de ella. Esta metodología propone una manera distinta de ponderar las variables que condicionan la presencia de PRM. Los resultados indicaron que la inclinación de la pendiente, orientación de la ladera y proximidad a crestas fueron las relaciones espaciales más requeridas para modelar, pero proximidad a caminos fue la relación que en mayor número de ocasiones obtuvo la ponderación más alta y sólo fue relevante en unidades sin cobertura de selva. Las unidades sin cobertura de selva integraron más variables (18) que las unidades con cobertura de selva (10). Los valores de distancia a caminos con mayor probabilidad van de 50 hasta 350 m, para la inclinación de la pendiente los grados de mayor probabilidad estuvieron entre 10° y 25°. Los resultados finales de susceptibilidad de la superficie analizada mostraron que el 11% es de susceptibilidad muy alta, el 21% alta, el 31% media y el 32% baja. Finalmente los resultados indicaron que el método propuesto es confiable y que aún puede seguir siendo mejorado.

RN-34 CARTEL

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE ANGANGUEO, MICH, MEDIANTE PROBABILIDAD CONDICIONAL ENFOCADA AL SIG

Torres Fernández Lucía, Hernández Madrigal Víctor Manuel y Domínguez Mota Francisco Javier
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
lucy1075@gmail.com

Cada año durante la temporada de lluvias, numerosos procesos de remoción en masa (PRM) afectan a la población y su infraestructura. Durante los meses de enero y febrero del 2010, el oriente del estado de Michoacán, y particularmente el municipio de Angangueo, registró precipitaciones atípicas que detonaron cientos de PRM los cuales provocaron el sepultamiento de viviendas, puentes y caminos, generando pérdidas económicas incalculables y lamentables decesos humanos. Esta situación puede ser prevenida en el futuro mediante mapas de susceptibilidad a los PRM, que permitan identificar las áreas críticas donde se hace necesaria la realización de estudios más específicos, así como el diseño y ejecución de programas de conservación de bosques y obras civiles enfocados a la mitigación y prevención de PRM. En este trabajo se muestra la propuesta de construcción del mapa de susceptibilidad del municipio de Angangueo, basado en un análisis probabilístico condicional desarrollado dentro de un Sistema de Información Geográfico (SIG). Para ello los principales factores condicionantes de los PRM se representaron mediante mapas temáticos cuya combinación con el mapa inventario de cuerpos inestables registrados en el 2010, permitió la evaluación de probabilidades conjuntas, marginales y condicionales necesarias para obtener la zonificación final de la susceptibilidad. En base en los resultados obtenidos se concluye que las superficies de mayor susceptibilidad se presentan en pendientes de 20 a 45 ° en combinación con bosques de Oyamel, laderas orientadas al norte, ríos y carreteras todos estos factores ayudaron a la inestabilidad de la ladera. Por lo tanto el mapa de susceptibilidad obtenido fue dividido en 5 clases, las cuales nos muestran las áreas que son más susceptibles a que ocurra un deslizamiento.

RN-35 CARTEL

VARIABILIDAD ESPACIAL Y GRANULOMÉTRICA DE LAS PLAYAS DEL MALECÓN DE LA PAZ, BCS, MÉXICO

Díaz Gutiérrez José Juan, Nava Sánchez Enrique H.,
Martínez Flores Guillermo y Troyp Dieguez Sergio
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
jjdiaz@uabcs.mx

Las playas son un atractivo natural muy sobresalientes de las costas y más aún cuando están dentro de las zonas urbanas. Por ello el gobierno invierte dinero en ellas al punto de modificarlas hasta convertirlas en playas artificiales. Estas playas artificiales después de permanecer un tiempo sin mantenimiento artificial tienden a regresar a su estado natural, determinado por las condiciones hidrodinámicas del área. Debido a esto es que se planteó determinar la variabilidad espacial y granulométrica de las playas del malecón de la ciudad de La Paz y determinar si éstas ya han alcanzado su estado de equilibrio o aún están en proceso de estabilización. Se aplicaron 2 metodologías: análisis de terreno mediante modelos digitales de elevación de alta resolución derivados de campañas de Levantamiento con GPS diferencial (DGPS) ; y análisis granulométrico mediante la metodología de Folk. Utilizando las herramientas de análisis de RASTER, se determinó bimestralmente cuales son las zonas de estabilidad y cuales están sujetas a cambio. Al mismo tiempo se sobrepuso el análisis granulométrico para determinar el componente sedimentario que estaba siendo removido o depositado. El estudio muestra que las playas de la región sur contienen granos más gruesos que las de la zona norte. La variabilidad espacial de la zona sur también es más alta, en la cual se tiene una movilidad mensual de sedimentos de alrededor de 1500m3, en contraste, la región norte tiene movilidades de 500m3. La región central del área es la que muestra mayor variabilidad, tanto espacial como granulométrica. Esto está siendo dominado por efectos antropogénicos, ya que esta zona es la de mayor actividad recreativa y por ende la que mayor trabajo de saneamiento recibe. La zona central y las zonas contiguas ha ésta se comportan de manera diferente; la mayor variabilidad se presenta en la berma de la playa y en menor medida en la cara de la playa, por el contrario en las zonas contigua la mayor variabilidad se presenta en la cara de la playa y plataforma de marea y en menor medida en la berma de la playa. Un efecto más que está modificando las playas, son las lluvias que ocurren en la ciudad y el sistema de canalización-drenaje que desemboca en zonas puntuales a lo largo del malecón, genera focos de erosión y mayor variabilidad espacial y granulométrica en las playas. Con esto se concluye que las playas del malecón aún no han alcanzado su estabilidad en las regiones sur y centro, pero que en la región norte ya están estabilizadas.

RN-36 CARTEL

DATACIÓN DE EVENTOS EXCEPCIONALES EN ANILLOS DE CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES EN ANGANGUEO MICHOACÁN, MÉXICO.

Garduño Mendoza Erika¹, Garduño Monroy Víctor Hugo¹ y Pérez Salicrú Diego R.²

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

²CIECO-UNAM

egm.ama@gmail.com

Un evento excepcional se puede definir como un suceso imprevisto que es poco frecuente, estos pueden ser climáticos, ecológicos y geológicos. El área de estudio se localiza en el Mineral de Angangueo, Michoacán, México, donde la vegetación corresponde a asociaciones de bosque de Pino-Encino y Pino-Abies principalmente. En el año 2010, se presentó una lluvia torrencial durante una semana, que provocó una serie de deslizamientos y flujos de detritos, que parecían atípicos. Sin embargo, al paso de los días quedaron descubiertos los registros de antiguos flujos de detritos y restos de incendios. Teniendo este escenario se buscaron técnicas que pudieran aportar más información sobre este tipo de eventos. Los anillos de crecimiento de los árboles, especialmente de las coníferas, son un archivo histórico que nos ofrecen información detallada de fechas, eventos climáticos, ecológicos y geológicos; mediante estas técnicas de análisis (dendrocronología, dendropirocronología y dendrogeomorfología), se puede realizar una reconstrucción de estos eventos como son periodos de sequías, inundaciones, incendios y deslizamientos. Mediante la utilización de estas técnicas y el análisis de sedimentos se logró realizar una cronología de estos eventos, que comprende un periodo de 1897 al 2012. Siguiendo la metodología de Villanueva et. al. 2007, se tomaron 109 muestras en sección transversal (previamente talados, derribados por tala clandestina y tocones se colectaron) y 35 virutas de árboles vivos. Las edades de las muestras, presentan edades desde los 114 años hasta los 24 años de edad, (debido a que solo se encontró un solo árbol de 114 años este se eliminó de la cronología climática). Se logró identificar los años con mayor representatividad de sequía (anillos angostos) en 1937, 1960, 1972, 1980, 1994, 1998, 1999, 2006 y 2009. Para los años extraordinariamente húmedos se identificó 1948, 1961, 1968, 1987, 1990, 1992, 1997. Solo se localizaron 16 árboles con cicatrices de incendios, con fechas de 1942 y 1998 o 1999, en árboles del género Pinus; aunado a ello, en un estudio geológico se identificaron estratos de suelo con registros de cenizas, carbón y madera que se dataron por ¹⁴C, para lograr extender la cronología de incendios obteniendo fechas de 1670, 1883, 1900 y 1973. Por deformación de anillos de crecimiento, se identificaron dos deslizamientos en la zona de estudio en 1942 y 2010. Una vez identificados estos eventos, concluimos que Mineral de Angangueo ha sido un sitio en riesgo constante para la población que aquí vive. Mediante la utilización de estas técnicas podemos identificar zonas vulnerables a eventos geológicos.

RN-37 CARTEL

EXTENSIÓN PROBABLE DE DEPÓSITOS DE CAÍDA PARA UNA ERUPCIÓN PLINIANA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL.

Godínez Calderón Ma. de Lourdes, Hernández Vulpes Azucena María y Espíndola Castro Juan Manuel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
lgodínez@unam.mx

La distribución de las cenizas durante una erupción pliniana es fuertemente dominada por los vientos. En el caso de que el volcán Popocatepetl tuviera una erupción de este tipo sus cenizas se depositarían en los valles de México y Puebla de acuerdo con la dirección del viento y su rapidez. En este trabajo se presenta el análisis de los datos de viento proporcionados por la estación meteorológica de Tacubaya, México D. F., como una aproximación de los vientos presentes en el volcán Popocatepetl. Se determinaron las velocidades más probables de los vientos durante un año y se utilizaron para simular las isopacas debidas a una posible erupción pliniana siguiendo el modelo de Suzuki ((1983; In: Arc Volcanism: Physics and Tectonics, Terra Publishing Co., 95–113) y una distribución log-normal para el tamaño de las partículas de la columna volcánica. Tomando en cuenta varias posibles cantidades de masa emitidas consistentes con la altura de la columna se encontró que las isopacas tendrían una forma oblongada hacia el este y la isopaca de 1cm alcanzaría distancias desde 40 a 80 km en dirección oriente.

RN-38 CARTEL

POSIBLES IMPACTOS DEL ROMPIMIENTO DE LA BARRA ARENOSA DE SAN QUINTÍN, B.C. MÉXICO; CARACTERIZACIÓN.

Guardado France Rigoberto, Ávila Serrano Guillermo Eliezer, Cupul Magaña Luis Antonio, Santa Rosa del Río Miguel Ángel y Téllez Duarte Miguel Agustín
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
rigoberto@uabc.edu.mx

Bahía de San Quintín está localizada en la costa noroccidental de la península de Baja California, con 38 Km² de área, separada del mar por dos barras arenosas con conexión al mar por un canal estrecho de aproximadamente 400 m de ancho. La

producción acuícola de esta bahía es significativa en la economía de la región, por ello es importante mantener las condiciones oceanográficas para seguir sosteniendo dicha actividad. En fechas recientes, usuarios de esta bahía se han percatado que cuando se presentan mareas y oleaje altos, algunas zonas de la barra conocida como El Playón, el agua de mar rebasa la barra, ingresando al interior de la laguna. Bajo dichas condiciones la mezcla del agua de mar y la de la laguna, se modifican sus características fisicoquímicas y biológicas afectando su productividad. Con el fin de evaluar el potencial de inundación a través del rompimiento de la barra durante eventos extremos, se inició un estudio cuya primera etapa es caracterizar la zona a través de un análisis de fotografías aéreas identificado dos zonas consideradas de riesgo potencial, que presentan evidencias de rebase por oleaje. Con base en esto, estas zonas fueron definidas prioritarias con el fin de caracterizarlas, realizando dos campañas de campo y se obtuvo información batimétrica cercana a la costa, perfiles topográficos y parámetros texturales de los sedimentos. Los resultados se utilizarán en un modelo numérico para predecir el comportamiento de la barra arenosa ante diferentes condiciones de oleaje y mareas. Este trabajo presenta resultados preliminares del estudio.

RN-39 CARTEL

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS KÁRSTICOS

Espinasa-Pereña Ramón y Nieto Torres Amiel
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
respinasa@cenapred.unam.mx

Aproximadamente el 20% del territorio de México está subyacente por rocas karstificables, principalmente calizas y en menor grado yesos. La mayoría de estas rocas están distribuidas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y la Península de Yucatán. La diferencias en estructura geológica, clima e historia geomorfológica han resultado en una gran variedad de relieves y formas kársticas. Varios centros de población importantes, incluyendo ciudades con varios millones de habitantes, están situados en terrenos kársticos, por lo que obtienen su agua potable de acuíferos kársticos, y descargan sus desechos en este tipo de terrenos, lo que ha provocado problemas severos de contaminación. Adicionalmente, se han registrado numerosos casos de colapsos y hundimientos kársticos catastróficos, que han afectado comunidades, caminos y otra infraestructura, e incluso han costado vidas. La falta de conocimiento sobre las características especiales de los terrenos kársticos y su distribución han complicado estos problemas. Como un primer acercamiento a estos problemas, el mapa existente de Karst de México (Espinasa-Pereña, 2007) fue modificado de acuerdo con la clasificación geotécnica propuesta por Waltham & Fookes (2003). Una consideración importante a tomar en cuenta es la diferencia en la velocidad de desarrollo de las formas kársticas dependiendo de la litología, lo que hace que el karst desarrollado en yesos sea más peligroso que el desarrollado en calizas. Asimismo, se tomó en cuenta el grado de cobertura de suelos y el tipo de dolinas desarrolladas en la cobertura. También se consideró la diferencia entre el karst desarrollado en las sierras, donde las rocas han sido severamente plegadas y fracturadas, del karst desarrollado en la península de Yucatán, casi sin deformación. El mapa resultante será de utilidad para las autoridades de Protección Civil, como una herramienta para poder pronosticar posibles afectaciones debidas a fenómenos kársticos. Referencias: ESPINASA-PEREÑA, R., 2007, "El Karst de México", Mapa NA III 3, in Coll-Hurtado, A., Coord., "Nuevo Atlas Nacional de México", Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. WALTHAM, A.C. and FOOKES, P.G., 2003, Engineering classification of karst ground conditions, Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrology, Vol. 36, pp. 101-118.

RN-40 CARTEL

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO DE LOS RASGOS DE EROSIÓN Y SU ASOCIACIÓN CON ZONAS DE RIESGO EN LA ISLA MARÍA MADRE

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús¹, Núñez Cornú Francisco Javier², Córdoba Barba Diego³, Escudero Ayala Christian René², Ruiz Martínez Vicente Carlos³, Núñez-Peña Ernesto Patricio⁴ y Bluhm-Gutiérrez Jorge¹

¹Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ

²Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

³Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España
fescalona@hotmail.com

Como parte del proyecto TSUJAL (Caracterización del Peligro sísmico y tsunamigénico asociado con la estructura cortical del contacto Placa Rivera-Bloque de Jalisco) se realizó el análisis de riesgo por erosión de la isla María Madre que es la isla mayor del archipiélago de las islas Mariás. La secuencia estratigráfica de la base a la cima está formada por rocas metaigneas del Jurásico Medio e intrusivas del Cretácico Tardío con techos colgantes de metasedimentos de edad desconocida. El magmatismo del Cretácico Tardío al Paleoceno incluye rocas volcánicas ácidas que están cubiertas por sedimentos marinos (formación Ojo de Buey) que varían de poco a moderadamente consolidados del Mioceno al Reciente (?). Toda la secuencia estratigráfica está cortada por fallas inversas y normales, algunas con una componente de desplazamiento lateral. El relieve de la isla es abrupto, principalmente en las costas Oriental y Occidental, así como en la parte central. En cambio las partes NW, SE y en el área de la localidad de Balleto la

pendiente es menor a 6°, aunque cerca del mar hay acantilados de altura menor a 40 m. La asociación del relieve abrupto con el tipo de roca y su estructura favorecen el desarrollo de rasgos erosivos como derrumbes y fracturas semicirculares a lo largo de los caminos. En este trabajo se presentan los resultados de los análisis geomorfológico y multivariado que permiten ubicar los sitios donde la erosión es más intensa y que puede asociarse con las zonas de riesgo por hundimientos o derrumbes. Con la ubicación de los derrumbes y las fracturas semicirculares se hicieron modelos de distribución de densidad utilizando una función de Kernel. Los sitios con densidades de derrumbes y fracturas semicirculares mayores a 10 en un radio de 500 m sirvieron de parámetros para determinar los valores a utilizar de la densidad de disección, la densidad general de disección, la energía del relieve y la profundidad máxima de disección. En el análisis geomorfológico también se utilizó el modelo digital de pendientes en el que se consideraron las pendientes mayores a 15°. Con estos parámetros mencionados se realizó el análisis multivariado para determinar un modelo en el que la erosión es más intensa. Las áreas de erosión intensa están ubicadas en la parte central de la isla y tienen una tendencia aproximada NE-SW. La erosión se concentra principalmente en las rocas plutónicas y metasedimentarias de la secuencia Mesozoica y en menor proporción en las volcánicas, así como a lo largo de las fallas que las cortan. En la formación Ojo de Buey las zonas de erosión son más abundantes al Sur y Occidente de Balleto. El modelo que aquí se presenta ubica los sitios en donde la erosión es más activa y, por lo tanto, indica los sitios que son más susceptibles a que haya riesgo por hundimientos y derrumbes. De esta manera se tiene un criterio que facilita la toma de decisiones en el plan de manejo, así como en la planeación del desarrollo de la isla María Madre.

RN-41 CARTEL

CLASIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA EROSIÓN EN LA INFRAESTRUCTURA DE LA ZONA URBANA DE ZACATECAS Y GUADALUPE

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús, Núñez-Peña Ernesto Patricio, Bluhm-Gutiérrez Jorge, Esparza-Martínez Alicia, Valle-Rodríguez Santiago y Huerta-García Josefina
Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ
 fescalona@hotmail.com

En un clima semi-seco, como el de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe, la erosión ocurre de forma muy lenta por lo que no es considerada como un peligro, y sus efectos raramente son considerados como un riesgo. Debido a esto se le ha dado poco o nula importancia en el desarrollo urbano, cambio de uso del suelo y la industria de la construcción. La modificación del paisaje sin tomar en cuenta el peligro por erosión y sus efectos provoca daños en la infraestructura que si bien hasta ahora no han provocado pérdidas humanas, son constantes y provocan un gasto constante en su reparación. En este trabajo se presentan los primeros resultados de la identificación de los daños a la infraestructura urbana causados por la erosión. Se identificaron tres tipos que son: 1) fracturas semicirculares; 2) erosión de la base de los cimientos; y 3) hundimientos alargados, en este orden de abundancia. A continuación se dará una breve descripción de cada uno de ellos. Las fracturas semicirculares tienen tamaño que varía de 50 cm a poco más de 10 m de ancho, pueden ocurrir de forma aislada o tener hasta cinco concéntricas. Normalmente se desarrollan adyacentes a un borde o límite donde la pendiente cambia de forma abrupta. Del ápice hacia el borde puede haber un desnivel de unos pocos centímetros. Este tipo de estructuras son comunes en donde se ha rellenado de forma artificial el cauce de un arroyo, en terraplenes, en depósitos de talud y en rocas sedimentarias poco consolidadas. El segundo rasgo en abundancia es la erosión de la base de los cimientos de obras civiles y de infraestructura. La erosión lenta, pero efectiva, poco a poco remueve el material en el que están desplantadas las construcciones y progresivamente quedan en el aire. Dependiendo del tipo de construcción, esta puede fracturarse y eventualmente colapsar. Este tipo de rasgos ocurren cuando se construye sobre materiales poco consolidados o de relleno y en rocas con alteración y/o fracturamiento intensos. El último tipo de elemento son los hundimientos alargados cuyas dimensiones varían de 1 a 5 m de ancho y largo entre 5 y 15 m; la profundidad es de poco menos de 20 cm. Este tipo de rasgos ocurren principalmente en las vialidades en los sitios en donde ha habido el relleno del cauce de un arroyo, quizás en donde se han rellenado antiguas obras mineras (?) y perpendiculares a los depósitos de talud. Los tres elementos antes descritos son los efectos de la erosión en las obras civiles y de infraestructura. Es necesario analizar los elementos geológicos, hidrológicos y geomorfológicos que controlan su formación para tomar las medidas necesarias que permitan mitigar sus efectos y que, además, sirvan para una mejor planeación del desarrollo urbano.

RN-42 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD POR LICUEFACCIÓN EN LA COLONIA SAN ISIDRO DE LA CIUDAD DE VILLA DE ALVAREZ, COL.

Orozco Rojas Justo, Carrillo López Jonathan Esmith, Fuentes Saucedo Miguel Alberto, Araujo Ortiz Claudia Celeste y Rodríguez Ávalos Brenda Azucena
Universidad de Colima, UCOL
 justo@uocol.mx

El estado de Colima se distingue particularmente por su alta vulnerabilidad sísmica debido a que se localiza cerca de la zona de subducción de la placa norteamericana

y la microplaca Rivera; donde históricamente se han presentado sismos de gran magnitud que ocasionan daños a las edificaciones. Como el pasado sismo del 21 de enero del 2003 con magnitud de 7.8Mw, que ocasionó daños muy grandes en todo el estado. Particularmente en la colonia San Isidro, del municipio de Villa de Álvarez, se concentró el mayor daño a las viviendas debido a la licuefacción, provocando que las cimentaciones de las viviendas perdieran sustentabilidad y fallaran por hundimiento. Se realizó un análisis de vulnerabilidad por licuefacción utilizando vibraciones ambientales. Se utilizó el registro de vibraciones ambientales en diferentes sitios logrando cubrir la zona que presentó mayores daños en la vivienda. Con las mediciones de vibración ambiental se obtuvieron las frecuencias fundamentales de vibración del terreno utilizando el método de Nakamura. Una matriz de coeficientes de correlación muestra similitudes en dos grupos de curvas de H/V. Con las curvas de H/V se estimó la estratigrafía de cada punto obteniéndose las características y tipos de roca subyacente. Con los datos de las frecuencias fundamentales y las amplitudes de cada punto se obtuvieron los índices de vulnerabilidad por licuefacción con la relación $Kg=Ap^2 \cdot T$. Los resultados de la estimación de la estratigrafía muestran que el subsuelo está compuesto por capas intercaladas de rocas duras con estratos blandos compuestos por depósitos aluviales. Los valores de la vulnerabilidad obtenidos presentan variación entre los estratos. Un mapa de vulnerabilidad muestra las zonas con mayor peligro.

RN-43 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LOS FACTORES GEOHIDROLÓGICOS QUE PROMUEVEN LOS PROCESOS DE INUNDACIÓN EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE COLIMA, COL.

Pérez González Myrna Lorena
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 myrlore@hotmail.com

El rápido crecimiento demográfico genera la necesidad de crear más viviendas e infraestructura urbana. Los cambios de uso de suelo modifican la respuesta geohidrológica de las cuencas, haciéndolas susceptibles a inundaciones ante precipitaciones que no son necesariamente extraordinarias. Las inundaciones representan pérdidas materiales e incluso humanas, así como la degradación de la cuenca por sedimentación, escurrimientos y la reducción de la capacidad de infiltración. Las precipitaciones extraordinarias de los huracanes Jova y Manuel (2011, 2013 respectivamente) fueron responsables de la inundación en diferentes zonas de la Ciudad de Colima. Sin embargo, durante los últimos años, eventos de lluvias de menor duración han también ocasionado inundación en las zonas urbanas. Debido a su situación geográfica, orográfica e hidrogáfica Colima es uno de los Estados mexicanos más propensos a cualquier contingencia natural. Por su importante actividad comercial ha crecido sin una planeación urbana óptima incrementando la probabilidad de riesgos para sus habitantes. Los depósitos piroclásticos del Volcán de Colima forman el abanico en donde la Ciudad se ha establecido. Las unidades litológicas más abundantes consisten en depósitos de avalanchas de escombros derivadas de los colapsos frecuentes del volcán de Colima durante el Pleistoceno tardío y Holoceno. En esta investigación se quiere evaluar el cambio de las propiedades hidráulicas de los suelos con respecto a su características, porción volumétrica de roca y sus diferentes usos de suelo. Se expondrán los resultados preliminares de las pruebas de conductividad hidráulica, la densidad y tamaño de partícula, el porcentaje de vacíos y la estructura de los suelos que constituyen la parte norte de la ciudad de Colima en condiciones saturadas, no saturadas e intermedias para cada tipo de suelo, con los cuales se generará un mapa con las características geohidrológicas del área de estudio. Este mapa servirá de base para la realización de modelados numéricos que permitirán obtener las superficies susceptibles a inundación con diferentes escenarios de eventos hidrometeorológicos (extremos y no).

RN-44 CARTEL

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA CIRCULACIÓN Y MORFOLOGÍA EN LA BAHÍA Y ESTERO DE CHAMELA, JALISCO, MÉXICO

Gasca Tzittali¹, Filonov Anatoliy¹, Pantoja G. Diego A.¹ y Tereshchenko Iryna²
¹CUCEI, Universidad de Guadalajara
²Universidad de Guadalajara
 tzittaseb@gmail.com

El estero de Chamela se localiza en la parte sur de la bahía con el mismo nombre en el estado de Jalisco. Debido a que en la zona existen diversos desarrollos turísticos y cooperativas pesqueras, en este estudio se presenta mediante un modelo numérico los posibles escenarios al abrir un canal permanente que conecte el estero con la bahía para permitir el paso de embarcaciones menores entre estas dos zonas. Para realizar esto, se utilizó el modelo numérico Delft3D en forma anidada. Se presenta resultados de las corrientes desarrolladas en el sistema bahía-Estero de Chamela durante el flujo y reflujo de marea. Se realizaron varias combinaciones de forzamientos: con marea, con oleaje, brisa marina y debidos a surgencias de marea; además, se estudio el efecto de diferentes diseños de estructuras de soporte del canal artificial (espigones). Los Resultados arrojan una circulación dominante con un chorro en la zonal del canal que es más intenso durante en reflujo de la marea viva,

lo que a su vez provoca que se profundice más el canal por las corrientes. También se tiene que la zona del estero presenta mayor inundación e intrusión salina. Los resultados son preliminares.

RN-45 CARTEL

DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DEL PELIGRO SÍSMICO EN LA MANCHA URBANA DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA

Dena Ornelas Oscar Sotero y Obeso Cortez Griselda Janet
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ
osdena@gmail.com

El riesgo sísmico es función de la combinación de factores tanto naturales como de concentración poblacional. Tradicionalmente se ha considerado que solo las ciudades localizadas en escenarios geológicos y tectónicos que han registrado notable actividad sísmica y funciones importantes de daño, deben de disponer de instrumentos de clasificación del riesgo sísmico. Sin embargo, en provincias tectónicas de tipo intracontinental, como los rifts, en las cuales la actividad sísmica es esporádica, se ha pasado por alto, que el daño por actividad sísmica no solo depende de la intensidad del evento sísmico en sí, sino de la función de amplificación de los suelos y la vulnerabilidad asociada con la concentración poblacional. En este estudio se presenta el caso de la parte mexicana de la Metroplex conformada por las ciudades de Ciudad Juárez, Chihuahua y El Paso, Texas, ubicadas en la frontera entre México y los Estados Unidos de Norteamérica, la cual es considerada dentro del área de influencia del sistema Rift de edad Cenozoica del Río Grande. Esta provincia tectónica ha mostrado, en la zona transfronteriza, actividad sísmica recurrente con una frecuencia que oscila entre 30 o 50 años. Sin embargo, recientemente en Agosto del 2011, se detectaron cerca de 30 eventos con magnitudes entre 3.5 y 4.2 a solo 100 km al sureste de Ciudad Juárez, urbe que concentra casi 2 millones de habitantes distribuidos en su mancha urbana, la cual geológicamente, se localiza sobre terrenos de piedemonte aledaños a las estribaciones orientales de la Sierra de Juárez y rellenos aluviales en la proximidad de la margen derecha del Río Bravo. Esta combinación de factores tales como la concentración poblacional, heterogeneidad de suelos, diferentes condiciones geológicas, edificaciones de más de 10 m de altura, y el pertenecer a una provincia tectónica activa con actividad sísmica esporádica como el Río Grande Rift, hizo necesario el derivar una función de la amplificación sísmica del terreno en base a un mapa de clasificación de suelos con la técnica geofísica de MASW, como capa temática base de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el cual se incorporaron las capas resultantes de aceleración espectral y elevación de edificaciones para generar un mapa del peligro sísmico en la ciudad.

RN-46 CARTEL

GENERACIÓN, EVOLUCIÓN Y POSIBLE DESENCADENAMIENTO FUTURO DEL DESLIZAMIENTO PRESENTADO EN SANTIAGO MITLATONGO Y SANTA CRUZ MITLATONGO

González López Martina, López Sánchez Ricardo,
Salazar Peña Leobardo y Vera Sánchez Pedro
Instituto Politécnico Nacional, IPN
margl_mar@hotmail.com

El deslizamiento de Santiago Mitlatongo y Santa Cruz Mitlatongo se generó en septiembre de 2011, a partir de entonces ha evolucionado hasta la fecha sin presentarse un desencadenamiento definitivo. De los recorridos geológicos se ha deducido su delimitación, direcciones de movimiento y redactado la aparición de lagos interiores. Se registraron eventos sísmicos naturales, se ejecutó exploración sísmica para deducir la superficie de deslizamiento y gravimetría para deducir la estructura profunda. Conjuntando resultados se deduce lo siguiente. La capa superior de margas permitió en algún tiempo la escorrentía, infiltración y migración de agua subterránea. Esta agua se descargaba hacia el Sur donde iniciaba un cauce hidrológico. De la exploración sismológica se dedujo una forma de cuchara de la superficie de deslizamiento y una barrera subterránea hacia el inicio del cauce hidrológico, ambas conformadas por calizas. Una vez que se obstruyó la salida de agua subterránea, inició la acumulación de agua y la saturación de la capa de margas que debido a su baja consistencia mecánica se deslizó, pero no se desencadenó definitivamente. La forma de depresión o cuchara de la superficie de deslizamiento conformado de calizas y sobre la cual resbala la masa, explica los movimientos concéntricos observados en los recorridos geológicos. La existencia de la barrera subterránea al Sur, permitió el estancamiento de agua pluvial descargado por varias temporadas de lluvia, explicando la acumulación y aparición de los lagos internos. La presencia de eventos sísmicos tectónicos registrados y localizados, se explica como un caso análogo al embalse de presas, en este caso ocurrió una modificación de esfuerzos por la carga del peso de agua, que provocó activación de una falla local. De los últimos recorridos geológicos realizados a mediados de 2013, se ha observado que la masa de tierra en la parte Sur, se dirige hacia la dirección Suroeste, es decir no se dirige hacia la dirección Sur del cauce hidrológico (barranca); sin embargo en esta parte rebosa el material saturado de agua y el lodo excedente fluye ahora sí sobre la barranca. Con lo anterior se deduce que la masa terrestre se encuentra recargada en la ladera subterránea de un cerro de calizas que aflora en la zona, por lo que no se ha desencadenado definitivamente. La posibilidad de desencadenamiento, sería por

un evento sísmico que pudiera romper la barrera subterránea que aísla la barranca con la masa de tierra deslizada.

RN-47 CARTEL

LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA CUENCA DE MOTOZINTLA, CHIAPAS, UN REGISTRO HISTÓRICO.

Sánchez-Núñez Juan Manuel¹, Macías José Luis², Novelo David³, Saucedo Ricardo⁴ y Hernández José Ramón⁴
¹Instituto Politécnico Nacional, CIIEMAD
²UNAM, Campus Morelia
³Instituto de Geofísica, UNAM
⁴UASLP
sanchez0120@gmail.com

La Cuenca de Motozintla está localizada al sureste del estado de Chiapas y posee una orientación E-W, siguiendo la traza de la falla Polochic. Esta falla forma parte del sistema de falla continental conocida como Motagua-Polochic; que separa las placas tectónicas de América del Norte de la placa Caribe. La evolución de la Cuenca de Motozintla está íntimamente relacionada con el movimiento de esta falla, el intenso grado de erosión por eventos hidrometeorológicos y las actividades antropogénicas que se desarrollan al interior de la cuenca. Este estudio presenta la morfología de los depósitos generados por los procesos de remoción en masa y la cronología de dichos depósitos; que se extienden desde la ciudad de Motozintla hasta el poblado de Mazapa de Madero. Se cartografiaron un total de 31 abanicos aluviales con diferentes tipos de depósitos, cinco terrazas colgadas y trece rampas proluviales. Catorce abanicos aluviales presentaron exposición de sus estructuras internas debido a que la falla Polochic truncó sus estructuras, dejando expuestos hasta 12 metros de depósitos secuenciales. Diferenciando la composición interna de los abanicos aluviales, se lograron identificar dos tipos de depósitos: los masivos (monogenéticos), compuestos de un solo evento de depósito y los estratificados (poligenéticos), compuestos por depósitos superpuestos. La estratigrafía de los abanicos aluviales está compuesta principalmente de flujos de escombros, separados por paleosuelos, en menor proporción se presentan flujos hiperconcentrados, depósitos fluviales y flujos piroclásticos, así como caídas de ceniza. El registro y reconstrucción de la columna estratigráfica se realizó con dataciones radiométricas de Carbono catorce, indicando que la actividad en la formación de los abanicos aluviales data de hace más de 25 mil años (Pleistoceno) y el evento más reciente data de hace 165 años antes del presente. Esta cronología sugiere que por lo menos se han verificado 10 eventos de depósito en los últimos 1840 años. Incluso, uno de estos eventos de depósito se puede correlacionar con el sismo histórico de magnitud 7.5 – 7.75, registrado en 1816 sobre la falla Polochic en las cercanías de Motozintla. Los eventos catastróficos más recientes provocados por procesos de remoción en masa ocurridos en Motozintla se registraron en 1998 y 2005; éstos fueron provocados por fenómenos hidrometeorológicos, quizá inducidos por el cambio climático. Lo anterior pone a la comunidad de Motozintla ante un escenario de alto riesgo ante este tipo de procesos. Palabras clave: Cronología, abanico aluvial, falla Polochic, Motozintla, Chiapas.

RN-48 CARTEL

CLASSIFICATION OF MARINE TSUNAMIS, USING A NOMINAL SCALE

Reyes Hernández Francisco¹ y Salas de León David Alberto²
¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN
²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
nezatlense@live.com.mx

Since the twentieth century have proposed various tsunami scales, ones described the effects and others try to quantify them. Sieberg designed an intensity tsunami scale during the 1920s, updated by Ambraseys in 1962. Meanwhile and after to consult a database of 250 years of tsunamis in the Mexican Pacific, Ferreras et al. (2003) proposed to group them in four categories. However the events of December 26, 2004 (Indonesia), February 27, 2010 (Chile) and March 11, 2011 (Japan) promoted a new adaptation. Lekkas et al. (2013), suggest an Integrated Tsunami Intensity Scale (ITIS-2012) with 12 degrees, which is impractical by extensive description. The confusion of much of the population when they hear of the existence of an international tsunami warning is clear, the communication by the new information technologies (e.g. social networks), a main factor that encourages speculation of extreme scenarios, panic or indifference. Thus the use of a nominal scale for marine tsunamis is proposed, considering five levels: 1. Microtsunamis, 2. Minitsunamis, 3. Mesotsunamis, 4. Macrotsunamis, and the big events 5. Megatsunamis. In this proposal, we consider that the generators of tsunamis (detonators) are: seismic activity, volcanism, meteorological events, landslides, mass collapse, falling meteors, and the area of influence of the tsunami are: punctual, contiguous, neighborhood, interoceanic and transoceanic.

RN-49 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD URBANA Y RESILIENCIA ANTE LLUVIAS INTENSAS EN LA CIUDAD DE ENSENADA, B.C.

Pedraza-Díaz Angélica y Rodríguez Esteves Juan Manuel
El Colegio de la Frontera Norte
pangied25@yahoo.com

La importancia de realizar evaluaciones de vulnerabilidad y resiliencia es importante porque con ellos se logra reunir diagnósticos climáticos con las que podemos comprender factores ambientales, demográficos, económicos, socio-políticos y de gobernanza. Así, la identificación del tipo y grado de vulnerabilidad relacionada con lluvias intensas son pasos importantes para comprender cómo y dónde se debe de fomentar la capacidad de adaptación para hacer frente a sus impactos negativos. La vulnerabilidad urbana se concibe como el grado en que un sistema urbano es propenso a experimentar daños debidos a la exposición a un peligro, mientras que la resiliencia son aquellas nociones de aprendizaje y la capacidad de adaptación para representar objetivos sociales normativos que podrían aplicarse a las ciudades. Así, el objetivo del la investigación es evaluar la vulnerabilidad urbana y resiliencia ante eventos de lluvias intensas en la ciudad de Ensenada, B.C. a un nivel local. Para cumplir el objetivo planteado, llevaron a cabo tres análisis: análisis de vulnerabilidad urbana, análisis de percepción social y análisis de resiliencia. La investigación se realizó en la ciudad de Ensenada, B.C., pero para poder analizar a detalle el tema de vulnerabilidad y resiliencia se seleccionaron tres casos de estudio dentro de la ciudad. Se utilizó información de Censo de Población y Vivienda del INEGI del 2010, datos de diversas estaciones meteorológicas del municipio de Ensenada, programas y planes municipales vinculadas con la problemática de las inundaciones en la ciudad de Ensenada, B.C, e información obtenida por entrevistas semi-estructuradas a dependencias gubernamentales y habitantes de los casos de estudio. Dentro de los principales resultados se encontraron valores altos de vulnerabilidad urbana en los límites de la ciudad por lo que se concluyó que el grado de vulnerabilidad depende de los lugares marginales donde existe un déficit de recursos económicos y de infraestructura urbana. En cambio en las zonas donde la vulnerabilidad urbana es menor, los factores de la capacidad adaptativa son más significantes que las características sociales y biofísicas, y por lo tanto se encuentran mejor preparadas para hacer frente a sucesos provocados por las lluvias intensas. De acuerdo a las entrevistas realizadas y la revisión de planes y programas se concluye que la ciudad de Ensenada no presenta resiliencia ante eventos de lluvias intensas e inundaciones debido a la falta de recursos económicos, humanos y de infraestructura que presenta a nivel municipal. El análisis de percepción nos ayudó a conocer de cerca la conformación de vulnerabilidad urbana, lo que se encontró con este análisis es que al tener mayor experiencia con las inundaciones, mayor conciencia de los impactos negativos de ellas y por lo tanto existe mayor percepción sobre la vulnerabilidad de los habitantes y de las áreas donde viven.

RN-50 CARTEL

PRESENCIA DE Th EN POBLADORES DE SAN PABLO HUITZO, OAXACA.

Juárez Gerónimo Jazmin¹, Islas María² y Juárez Faustino³
¹Instituto Politécnico Nacional, IPN
²Facultad de Química, UNAM
³Instituto de Geofísica, UNAM
jazmindana@hotmail.com

La importancia de este trabajo consiste en encontrar el riesgo que representa la presencia de Th a la población del municipio de San Pablo Huitzo, Oaxaca. Esto debido a que en esta zona se encuentra la mina "El Muerto", siendo explotada en los años 50's y la cual se empleó para la extracción de torita. Esta mina presenta leyes importantes de torita ((Th, U) SiO₄), y monacita (CePO₄), estos minerales se encuentran dentro de la pegmatita denominada "El Muerto". La mina dejó de funcionar como tal, dejando abiertas las galerías y tiros así como el material extraído y abandonado en la entrada de dicha mina permaneciendo expuesto a la intemperie, lo que origina que el mineral se degrade dándole movilidad al torio por el arrastre del agua, la acción del viento y su lixiviación concentrándose en la presa Matías Romero que se encuentra en las faldas de la mina Los pobladores emplean el agua de este embalse para realizar labores agrícolas y cotidianas, por lo tanto es necesario establecer el riesgo que representa este elemento en la salud de la población tomando en cuenta los límites establecidos por la norma NOM-127-SSA1-1994. Para determinar la presencia de Th en agua de la red municipal y la probable asimilación por los pobladores, se tomaron muestras directamente de los grifos de casas en el Municipio y de cabello de los pobladores. El análisis de ambos tipos de muestras se realizaron en el Laboratorio de Radiactividad Natural del Instituto de Geofísica de la UNAM, empleando ICP. En este trabajo de presentan los resultados parciales obtenidos a la fecha.

RN-51 CARTEL

RELACIONES MORFO TECTÓNICAS A LO LARGO DE LA COSTA DE JALISCO E IMPLICACIONES DE PELIGROS GEOLÓGICOS.

Uriás Espinosa Jaime¹, Bandy William², Mitchell Neil³ y Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.²
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
³School of Earth, Atmospheric and Environmental Sciences, The University of Manchester
jaime_u20@yahoo.com

La tectónica, sismicidad y magmatismo en la parte occidental del centro de México están relacionados en gran parte por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera debajo de la placa de Norteamérica. La placa de Rivera es un elemento clave estructural para entender las interacciones geodinámicas complejas que ocurren en la costa occidental de México. Atwater [1970] fue el primero en sugerir la existencia de este microplaca. Desde entonces, varios autores han demostrado que la placa de Rivera es cinemáticamente distinta de las placas de Norteamérica y Cocos. Aunque la ubicación exacta de el límite Rivera-Cocos es aún controversial, ya que las características batimétricas no son claras y estas pueden ser claramente asociadas con el límite de la placa. Existen varios modelos de velocidad de convergencia entre la Placa de Rivera respecto a la de Norteamérica [Bandy-1992 y Kostoglodov et al.1995] . La dirección de la convergencia entre la placa de Rivera y la placa de Norteamérica se vuelve cada vez más oblicua (en sentido de las agujas del reloj, según lo medido en relación con la dirección de la normal con la trinchera) hacia el noroeste a lo largo de la zona de subducción de Jalisco. Por analogía con otras zonas de subducción, las fuerzas resultantes de esta distribución de direcciones de convergencia se espera que exista un movimiento en el Noroeste, tanto en la franja del antearco y un estiramiento de la zona de antearco de NO-SE. Además, una serie de arco aproximadamente paralela a las fallas de corrimiento lateral se puede formar en el área de antearco, tanto en tierra firme como en la costa, como se observa en el arco de las Aleutianas.[Bandy et al. 2004]. En la zona de subducción de Jalisco, el bloque de Jalisco se ha propuesto para representar una franja del antearco. Sin embargo, esta propuesta se le ha encontrado un problema, el fallamiento de corrimiento lateral derecho dentro de la franja del antearco, y entre la franja del antearco y la placa de Norteamérica. Sin embargo, la evidencia implica un fallamiento de corrimiento lateral derecho escaso. Algunas pruebas de fallamiento de corrimiento lateral derecho a lo largo del bloque de Jalisco-en el límite de la placa de Norteamérica (el sistema de Rift Tepic-Zacoalco) han sido reportadas. Un sistema de fallamiento de corrimiento lateral derecho fue encontrado dentro del bloque de Jalisco y del Rift del sur de Colima, que forma el límite del suroeste del bloque de Jalisco. [Bandy et al. 2004]. Los cruceros MORTIC07, MORTIC08, MAMRIV08 y JGAP2012 del buque "El Puma" se utilizan para ver esta relación usando: los datos de reflexión sísmica monohaz del sistema TOPAS PS 18, los datos batimétricos multihaz del sistema ecosonda Multihaz EM300 y datos de retrodispersión del EM300. Y para entender que riesgos geológicos se puedan presentar.

RN-52 CARTEL

“CARACTERIZACIÓN DE LAS DUNAS COSTERAS EN LA BAHÍA DE TODOS, SANTOS, B.C., MÉXICO”

Guardado France Rigoberto, Ávila Serrano Guillermo Eliezer, Cupul Magaña Luis Antonio, Santa Rosa del Río Miguel Angel y Téllez Duarte Miguel Agustín
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
rigoberto@uabc.edu.mx

La Bahía de Todos Santos, ubicada sobre la costa Noroccidental de la península de Baja California, a 106 km al Sur de la frontera México-Estados Unidos, cuenta con cuatro campos de dunas; 1) Conalep y La Lagunita, 2) El Ciprés y 3) Barra de arena del Estero de Punta Banda (Porción Norte) y 4) Barra del Estero de Punta Banda (Porción Sur), cada uno con características específicas. La presión generada por el crecimiento poblacional de la ciudad sobre estos ecosistemas, ha aumentado significativamente, resultando en la disminución o pérdida de dos funciones importantes; 1) La capacidad de amortiguar los efectos de las tormentas y 2) Los servicios ambientales que éstos ofrecen a la sociedad. Debido a que algunos de estos campos de dunas se encuentran prácticamente desprotegidos de medidas de manejo o conservación, se convierte en una necesidad generar información que sirva de sustento técnico para regular el manejo así como las obras y actividades que se desarrollan en las dunas de tal manera que se mantengan los servicios ambientales que éstas ofrecen. En el presente estudio se presenta una caracterización de los campos de dunas que incluye descripción general de los campos de dunas, formación, morfología, estructura, características sedimentológicas, amenazas físicas, amenazas antropogénicas y pérdida de cobertura vegetal.

Sesión Regular

Sedimentología y estratigrafía

Organizadores:

Martin Guerrero

Tim Lawton

SED-1

PETROLOGÍA Y GEOCRONOLOGÍA U-PB DE LAS SUCESIONES MESOZOICAS DEL OESTE DE LA SIERRA DE ZACATECAS

Ortega Flores Berlaïne¹, Solari Luigi¹ y Escalona-Alcázar Felipe de Jesús²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ

berlaïne_o@yahoo.com.mx

La Sierra de Zacatecas se localiza en el centro de México en la Provincia de la Mesa Cantral, donde limitan los Terrenos Sierra Madre y Guerrero. Gran parte de esta región ha sido ampliamente cubierta por rocas volcánicas de edad cenozoica por lo que exposiciones de rocas mesozoicas son muy limitadas. Una secuencia más completa, inmediatamente al oeste de la Ciudad de Zacatecas, consiste de turbiditas siliciclásticas cuya composición es predominantemente de cuarzo (Formación Zacatecas), sobreyaciendo la cual se encuentra una sucesión de areniscas volcanoclásticas que composicionalmente varían de subarcosas, arcosas y litarenitas (Formación Nazas) y ésta, a su vez, es sobreyacida por una sucesión de lavas almohadilladas y masivas intercaladas con areniscas volcanoclásticas intrusadas por diques y cuerpos máficos (Complejo Volcanosedimentario Las Pilas, CVSLP). Las rocas de las formaciones Zacatecas y Nazas han sido afectadas por tres fases de deformación compresiva, mientras que el Complejo Volcanosedimentario Las Pilas muestra efectos solo de dos fases de deformación. Adicionalmente, todo este ensamble Mesozoico muestra evidencias de metamorfismo de facies esquistos verdes. Las poblaciones de zircones de la Formación Zacatecas varían desde edades paleoproterozoicas hasta del Triásico Tardío más temprano (1650-1300, 1250-900, 700-450, 300-220), sugiriendo que el suministro de sedimentos fue mayormente de fuentes situadas al este de la cuenca de depósito, originando un sistema de abanicos a lo largo del margen occidental de Pangea. A excepción de la población paleoproterozoica, que es subordinada, de manera general, la población de zircones con edades grenvillianas es la más abundante, seguida por la población de afinidad pan-africana y por los zircones con edades permo-triásicas. Estas poblaciones son similares a las reportadas en otras rocas triásicas del centro y noreste de México para lo cual se ha sugerido un abanico submarino (Abanico Potosino) alimentado principalmente por una fuente cratónica y de un arco continental permo-triásico. La contribución de zircones de fuentes grenvillianas y pan-africanas disminuye notablemente en las areniscas volcanoclásticas de la Formación Nazas. En ésta, el 50% de los zircones entregan edades en el rango 200-160 Ma, sugiriendo una fuente volcánica proximal localizada al este, posiblemente asociadas al arco Nazas, del Jurásico Medio. Finalmente, las areniscas del CVSLP, aunque registran la población de zircones del Jurásico Medio relacionado al arco Nazas, tienen además una población relativamente más joven (155-110 Ma) que constituye más del 30% del total de los granos. Estas edades, en conjunto con la composición máfica del CVSLP y la presencia de zircones viejos (pan-africanos y grenvillianos) permiten proponer una cuenca de depósito sobre un piso oceánico, pero que recibía también aporte de sedimentos continentales como la Cuenca de Arperos.

SED-2

ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL DE LA CALIZA LA PERLITA Y SU SIGNIFICADO PALEOGEOGRÁFICO PARA EL CRETÁCICO SUPERIOR DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Miranda-Avilés Raúl, Puy-Alquiza María Jesús, Martínez Reyes Juan José y Li Yanmei
Universidad de Guanajuato, UG
rmiranda@ugto.mx

En las localidades de Bernalejo y Cerro Blanco, al extremo noroeste de la Sierra de Guanajuato aflora la Caliza La Perlita (CP) del Aptiano-Albiano. Estas rocas descansan discordantemente sobre los sedimentos de la Cuenca Arperos del Jurásico superior-Cretácico inferior, que a diferencia de éstos, la CP se encuentra menos deformada. La Caliza La Perlita (CP) es una secuencia transgresiva constituida en su base por 5 m de arenisca fina con laminación hamacada, intercalada con graine stone con lentes de conglomerado de cantos subredondeados. Seguidos por 20 m de calizas neríticas que subyacen una secuencia de entre 20 a 40 m de margas y litarenitas. La secuencia de areniscas y calizas se depositaron en un ambiente que va de plataforma somera a talud (Wackestones, Packestones de intraclastos y litarenitas). Las litarenitas de la cima de la CP las hemos interpretado como tempestitas con intervalos de debritas arenosas que gradan a turbiditas. Se presentan como capas de 10 a 20 cm, con base erosiva, gradación normal o masiva que en algunos intervalos muestran laminación paralela o amacada en el límite superior. La CP ha sido considerada del Albiano con base en amonites del género Eohypoturritiles y Pseudouhligella colectados en la parte media de la secuencia (Chiodi et al., 1988). En el presente trabajo reportamos nuevas edades de circones detríticos, considerando que la edad máxima de depósito para la base de la CP es del Aptiano (121.1±2 Ma) mientras que para la cima interpretamos una edad máxima de depósito del Cenomaniano (96.8±2 Ma). Tomando en cuenta los nuevos datos que ubican la base de la Caliza La Perlita como Aptiana (Circones de 121.1±2 Ma) y a la existencia de Circones detríticos del Hauteriviense en la Formación Arperos (Martini et al., 2011), podemos constreñir el principal evento de deformación y de cierre de la Cuenca Arperos para el Barremiano. Por otra parte la interpretación sedimentológica, ambiente sedimentario y edad de la CP sugieren que durante el

Aptiano, la Sierra de Guanajuato (Cuenca Arperos deformada) formó parte de un alto estructural en el margen oeste de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

SED-3

DEFORMACIÓN SINSEDIMENTARIA DÚCTIL - FRÁGIL EN CARBONATOS, CONTROLADAS POR EL CONTENIDO ARCILLOSO

Herrera Rico Karla Jazmín¹ y López Doncel Rubén Alfonso²¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP²Instituto de Geología, UNAM
karla.j.herrera.rico@gmail.com

El presente trabajo tiene como fin determinar a base de recolección de muestras en la Formación Tamabra (que contengan pliegues y fracturas/fallas sinsedimentarias) la creación de una base de datos para conocer la interacción de plegamiento sinsedimentario y contenido de arcilla o fracturamiento y contenido de arcillas, para así conocer la cantidad necesaria o porcentaje de arcilla necesario para que exista una deformación dúctil o plástica in situ. El área de estudio se encuentra localizada aproximadamente a unos 88 kilómetros al norte de la capital de San Luis Potosí y se encuentra en las faldas de la Sierra del Meco, la cual es una Sierra de 5 km de largo y corre con un rumbo NW-SE. Las rocas que la conforman son de edad del Cretácico tardío y se componen primordialmente de calizas margosas, margas y lutitas. Paleogeográficamente estas rocas se depositaron en los límites entre la Cuenca Mesozoica del Centro de México al oeste y la Plataforma Valles - San Luis Potosí al este, en un ambiente típico de talud, dentro de lo que se considera la parte superior de la Formación Tamabra. En un talud el material depositado de forma inestable tiende a moverse hacia zonas bajas, estos flujos se pueden presentar de dos maneras, en flujos fluidos de gravedad y los flujos de gravedad sedimentarios (Fisher, 1983). Los flujos de gravedad (gas o líquido) se mueven por gravedad y conducen sedimentos paralelos arrastrados al estrato, los flujos de gravedad sedimentarios exhiben flujo de transformación, que es el cambio de comportamiento entre laminar y turbulento. Los flujos de gravedad sedimentarios se comportan a su vez en dos tipos como fluidos Newtonianos y no Newtonianos, dependiendo del contenido arcillas que contenga cada uno (Kane, 2012). Las muestras fueron molidas en un molino de ágata y cada una pesada para obtener 5 gramos de material en un vaso precipitado. Se les fueron añadidas ácido clorhídrico al 5 normal hasta que dejaron de reaccionar o efervescer. Después fueron secadas a 85 grados centígrados en una plancha hasta que el líquido excedente se evaporará. Se les dieron lavados y centrifugados para deshacerse de las sales formadas y fueron secadas nuevamente. El material resultante del último secado se pesó en una báscula científica, ya que este material es la arcilla que contenía las rocas calcáreas. Con el dato obtenido se procedió a hacer el una tabla de datos y con esto determinar el porcentaje de material no calcáreo, especialmente arcilloso y gracias a análisis de XRD conocer el tipo de arcilla presente, que puede presentar una caliza que le permita modificar su textura y propiedades reológicas para cambiar de un estado frágil a uno dúctil.

SED-4

PETROGRAFÍA, MODAS DETRÍTICAS Y GEOQUÍMICA DE FORMACIÓN CARACOL (NE, ZACATECAS, MÉXICO): IMPLICACIONES EN INTEMPERISMO, COMPOSICIÓN DE LA ROCA FUENTE Y AMBIENTE TECTÓNICO

Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Pinzon-Sotelo Marisol Polet², Jenchen Uwe³, Guerrero Suastegui Martín³, Ramírez Díaz Ariel⁴, Martínez-Paco Margarita², Velasco-Tapia Fernando² y Barboza Gudiño José Rafael¹¹Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero⁴Instituto de Geología, UASLP

magonegro_2000@hotmail.com

La procedencia y el ambiente de depósito de las areniscas de los miembros Tierras Blancas y Rancho Viejo de la Formación Caracol en el área de Concepción del Oro, Zacatecas (Sierra Madre Oriental), han sido investigadas empleando petrografía y geoquímica con la finalidad de establecer la composición de la roca madre y su evolución petrotectónica. Petrofacies Cuarzolitica (Miembro Tierras Blancas) con influencia de fragmentos volcánicos con texturas felsíticas y lathwork, metamórficos de bajo grado (metapelíticos2 y metapsamíticos2) fragmentos sedimentarios de calizas y lutitas, en tanto que la petrofacies litocuarzosa (Miembro Rancho Viejo) exhibe una mayor abundancia de fragmentos volcánicos con textura lathwork y microlíticas, fragmentos metamórfico de medio a alto grado (metacarbonáticos3-4), líticos plutónicos, y sedimentarios. Las arenitas analizadas reflejan una mezcla de fuentes derivadas de arco magmático, fuentes ricas en cuarzo y recicladas. Información de geoquímica de elementos mayores y trazas es compatible con la mezcla de fuentes ácidas con felsíticas/básicas, aunado a ello, marca fuentes posiblemente muy básicas como lo indica la relación alta de Ti/Nb (?600) en muestras del miembro Rancho Viejo. La información geoquímica revela que las muestras analizadas han experimentado bajos procesos de intemperismo químico, con poco grado de reciclamiento sedimentario. Los gráficos de Tierras Raras normalizados contra condrita muestran un enriquecimiento en los elementos de Tierras Raras ligeras, una moderada anomalía de Eu/Eu* (~0.79), indicando procedencias de arcos

magmáticos jóvenes con la contribución de fuentes derivadas de corteza antiguas (e.g., rocas metamórficas). Las características petrográficas y geoquímicas sugieren que la Formación Caracol fue depositada posiblemente dentro de una cuenca de tipo antepaís-retroarco en posición tras-arco.

SED-5

PROVENIENCIA Y EDAD DE LAS ARENISCAS DEL PROTOLOITO DEL ESQUISTO ALTAR: DOS EVIDENCIAS QUE APOYAN LA HIPÓTESIS DE UNA MEGACABALGADURA EN EL NOROESTE DE SONORA

García y Barragán Juan Carlos¹, Jacques Ayala César¹,

Orci Romero Adriana Aimée² y Peña Vázquez Luis²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Universidad Estatal de Sonora

jcarlosg@unam.mx

Una revisión de la sedimentología y geocronometría del Esquisto Altar, noroeste de Sonora, ha contribuido parcialmente a proponer una hipótesis alternativa para la evolución tectónica entre el Cretácico y el Eoceno en el noroeste de México. El área estudiada se ubica en la vertiente sur y suroeste de los cerros El Amol, al noroeste de Altar, Sonora. El Esquisto Altar consiste de una secuencia de metaconglomerados, meta-areniscas, filitas negruzcas, y en su porción más metamorfoseada, esquistos verdes y milonitas. Nuestro trabajo solo incluye las areniscas que no fueron metamorfozadas. Esta formación se ha reagrupado en tres unidades informales, de la base a la cima: 1. La Bateyera, compuesta por meta-arenisca, esquisto verde, metaconglomerado de cuarcita y caliza recrystalizada; 2. Los Corrales, que consiste de filitas negruzcas, esquisto, meta-arenisca, caliza recrystalizada y metaconglomerado, y 3. El Amol, compuesta de meta-arenisca intensamente deformada, metaconglomerado, esquisto verde de grano fino y caliza recrystalizada. El análisis petrográfico indica que tanto La Bateyera (Q75F24L1) como Los Corrales (Q61F27L1) son secuencias ricas en cuarzo y feldespato a expensas de los líticos andesíticos o riolíticos. Sin embargo, la parte superior del Esquisto Altar, El Amol (Q41F37L22) incluye numerosos líticos volcánicos y pedernal, disminuyendo significativamente el contenido de cuarzo y feldespato. La edad del protolito del Esquisto Altar se asignó al Jurásico por otros autores, aunque nunca se hizo un análisis geocronométrico; esta edad se asumió como verdadera durante mucho tiempo, y se usó como uno de varios argumentos para apoyar la hipótesis de la megacizalla Mojave-Sonora. Un análisis reciente de U-Pb en circones dio como resultado que la edad del Esquisto Altar es más joven que 74 Ma. La edad de metamorfismo fue investigada por otros autores utilizando el método K-Ar, quienes coincidieron en que la edad de metamorfismo ocurrió entre 55 y 58 Ma. La hipótesis de que el Esquisto Altar pertenecía al Jurásico Medio o Tardío, se debe eliminar, y por lo tanto, esta secuencia no puede servir como evidencia para demostrar la hipotética megacizalla Mojave-Sonora. Las meta-areniscas del Esquisto Altar pertenecen a una secuencia de transarco que se formó durante el Cretácico Tardío en la región de Altar-Caborca. Secuencias de la misma edad y en regiones vecinas, como el Grupo El Chanate, a 10 km al noroeste de Altar, o lejanas como la sierra El Cobre, a 90 km al norte de Caborca, tuvieron también como fuente principal de sus sedimentos, a un arco volcánico riolítico-andesítico. Se supone que la fuente de sedimentos se localizó al sur-suroeste de la cuenca Altar-Caborca. Por otro lado, el intenso plegamiento, desde milimétrico hasta métrico, la foliación penetrativa, los ejes de clastos deformados y las estrías en planos de falla, sugieren una gran cabalgadura cuyo bloque de techo tuvo una dirección de transporte SW-NE. Parte de esta megacabalgadura que actuó entre el Paleoceno y el Eoceno, se observa en el extremo suroeste de la sierra El Pando, 17 km al suroeste de Altar.

SED-6

EL ARCO VOLCÁNICO LARAMIDE EN SONORA, ESTADO ACTUAL DE SU CONOCIMIENTO

Roldán-Quintana Jaime y Rodríguez Castañeda José Luis

Instituto de Geología, UNAM

jaime@unam.mx

A pesar de la gran importancia económica de las rocas del arco Laramide, tan mencionado en la literatura geológica de Sonora, a la fecha, no se conoce de una manera clara su estratigrafía, ni su estructura. El arco Laramide se asocia a la subducción en el oeste de México durante el Cretácico Tardío. La Formación Tarahumara y los batolitos asociados Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental [McDowell y Clabaugh, 1979, G. S. A, Special Paper 180], constituyen las rocas de dicho arco. La formación Tarahumara fue definida por Wilson y Rocha en 1949, en el arroyo Tarahumara, al oeste de San Antonio de la Huerta, en el centro-oriente de Sonora. Ellos la definieron como sigue: "las rocas triásicas de la Formación Barranca están discordantemente cubiertas por la Formación Tarahumara, la que está constituida por rocas volcánicas, probablemente cretácicas". Agregan a la definición, que además de las lavas contiene aglomerados y brechas intercaladas y en algunos lados contiene capas sedimentarias. Actualmente conocemos que en diferentes áreas, las rocas de la formación Tarahumara cubren a unidades más antiguas, como rocas jurásicas y del Paleozoico. Hoy día se sabe que la formación Tarahumara tiene una estratigrafía mucho más compleja de la que se ha publicado, por ejemplo contiene lavas y tobas

riolíticas, así como calizas de agua dulce y madera fósil además de sedimentos volcánicoclásticos intercalados con tobas líticas con edades de, 70-76 Ma en el Arroyo del Obispo [Hernández et al., 1999; J. Of Botany; Crúz-Frisby, 1990]. La sección con mayor contenido de rocas volcánicas e intrusivas es la región de Santa Rosa-Yécora en el oriente de Sonora, aquí afloran grandes batolitos con un área de entre 10-160 km² [Roldán-Quintana, R. Mex. de C. G., 2003], y que intrusionan a una secuencia gruesa de andesitas, areniscas e ignimbritas riolíticas, fechadas como Cretácico Superior, estas rocas se han correlacionado con la formación Tarahumara. En esta región las rocas mesozoicas se encuentran cubiertas discordantemente, por rocas riolíticas del Eoceno-Oligoceno 33-35 Ma [McDowell y McIntosh, 2012]. En el presente trabajo se propone considerar a la Formación Tarahumara como Grupo Tarahumara, por supuesto tomando en cuenta los lineamientos del Código Estratigráfico Norteamericano. El arco Laramide tiene similitud genética con el arco del Eje Neovolcánico, con algunas diferencias, principalmente en lo referente a su edad y nivel de erosión, este último prácticamente no está erosionado, mientras que el arco Laramide esta tan erosionado que se puede ver su raíz en los batolitos. Se ha probado mediante cartografía, geocronología y geoquímica de RE el origen singenético de ambas unidades. En ambos arcos se tiene una amplia diversidad de rocas volcánicas que van en composición desde riolitas hasta basaltos. En el caso del arco Neovolcánico en el centro de México, no se han reportado grandes batolitos, porque está poco erosionado.

SED-7

LITO Y BIOESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN TEPETATE AL SUR DE LAS POCITAS, BAJA CALIFORNIA SUR

González Díaz María Guadalupe, Schwenicke Tobias y Cortés Martínez Mara Yadira

Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

mg.gonzalezd@hotmail.com

La Formación Tepetate aflora en la parte central oeste de Baja California Sur. El área de estudio se ubica aproximadamente 5 km al sureste de Las Pocitas, cerca del rancho Dos Arbolitos, en la porción central de Baja California Sur. Las rocas aflorantes corresponden a la Formación Tepetate y su buzamiento en general va al NE. Se levantaron dos columnas con un espesor acumulado de 54 m. Existen las litofacies lodolita y arenisca, predominando la primera. Las lodolitas forman paquetes de hasta 15 m de espesor y mayoritariamente muestran una textura homogénea, laminación difusa y raramente marcada. Contienen foraminíferos, restos de plantas así como algunos pequeños bivalvos. Se registra bioturbación difusa de abundancia variable; en algunos niveles se presentan madrigueras con relleno activo y otras de Chondrites isp. Las areniscas forman paquetes de hasta 7 m de espesor, los cuales pueden constituirse por varias capas individuales de hasta 0.80 m. Generalmente varían de areniscas limosas hasta de grano grueso, predominando las de grano muy fino a medio y de buena selección. La estratificación abarca laminación paralela hasta laminación cruzada; algunas capas exhiben gradación interna y marcas de flauta en la base. Las areniscas mayormente son bioturbadas. Se distinguen madrigueras de Ophiomorpha nodosa, O. annulata y O. rudis; además, ocurren escasos Thalassinoides isp., Zoophycos isp. y Helminthopsis isp. Localmente se exhiben alternancias de ambas litofacies con espesores de las capas individuales de hasta pocos centímetros. En conjunto ambas litofacies y los icnofósiles encontrados, que componen la icnosubfacies Ophiomorpha rudis, apuntan hacia un ambiente de aguas profundas con incidencia turbidítica. Para determinar la edad de las rocas del área Dos Arbolitos se realizó un estudio bioestratigráfico con base en nanoplancton calcáreo. Se obtuvieron láminas micropaleontológicas elaboradas con el método smear slide a partir de las muestras de lodolita de las columnas. Se observaron nanofósiles que representan diversas familias de nanoplancton calcáreo. No obstante, solo se identificaron aquellas especies relevantes y más comunes para determinar la edad. Las especies índices más significativas para asignar una edad son Discoaster sublodoensis, D. kuepperi, D. lodoensis y Sphenolithus spiniger. Para estas especies se consideraron los rangos señalados por distintos autores. El nanofósil D. sublodoensis tiene su FAD en la base de la nanozona NP14, de esta manera, marca el límite inferior de la edad de los estratos. Afirmando este límite de la edad, S. spiniger se ubica con su FAD en NP14. Por otro lado, los LAD de D. kuepperi y D. lodoensis señalan el límite superior aproximadamente a la mitad de la nanozona NP14. En conclusión, la edad de las rocas estudiadas corresponde a la nanozona NP14 de Martini (1971), equivalente a finales de Eoceno inferior (Ypresiano). Para toda la Formación Tepetate se han reportado edades desde finales del Maastrichtiano (?) a Eoceno medio y además ambientes de depósito batial hasta costero. Los datos obtenidos en el presente estudio, combinando lito y bioestratigrafía detallada, mejoran la interpretación de la evolución estratigráfica de la Formación Tepetate.

SED-8

MARINE INCURSION RECORD IN THE SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Backus David H.¹, Ledesma Vázquez Jorge² y Carreño Ana Luisa³

¹Department of Geosciences Williams College

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Instituto de Geología, UNAM
david.backus@williams.edu

Within the southern region of the Gulf of California, the islands and coastal basins of the Baja California Peninsular margin expose marine sediments from Peninsula Concepción to Isla San José that are primary evidence for continental rupture and marine incursion. New microfossil range data are used to update or improve the chronostratigraphic framework for known and newly studied sections within this region of the Gulf. The corrected stratigraphic data are plotted against the eustatic sea-level curve of Miller et al. (2005). Results suggest that basin development and marine incursion are heterogeneous across the Gulf's southern region, with basins active from Upper Miocene through Early Pleistocene times. Sedimentation rates for basal conglomerates deposited within the Loreto Basin and at Perico Point on Isla del Carmen may have been as high as 750 to 1000 m/Ma. Localities within the Loreto Embayment and north to Peninsula Concepción show a general pattern of old/deep basins to the South and East with young/shallow basins found to the North and West along with greater synchronicity in marine incursion. If this pattern is genuine, it would support the concept of an east to west stepping of transtensional stress accommodation across older extensional/transtensional structures. Given the various models for the opening of the Gulf (e.g. Brothers et al., 2013; Oskin et al., 2001), The Loreto Fault and Basin might represent a reactivated older extensional structure with any pre-Late Pliocene deposition history missing, or a Late Pliocene feature with any older extensional or transtensional history recorded in the San Juan Londo Basin to the Northwest.

SED-9

EVOLUCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA SUBCUENCA EL CARDONAL, AL NORTE DE LOS BARRILES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Santisteban Mendivil Diana María, Schwennicke Tobias,
Pérez Venzor José Antonio y Cortés Martínez Mara Yadira
Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS
dmsmgeologia@hotmail.com

La cuenca San José del Cabo se ubica en el extremo sur de la península de Baja California y su extensión norte ha sido nombrada informalmente como subcuenca El Cardonal. Ambas forman parte de la Provincia Extensional del Golfo de California y su origen se relaciona con la etapa temprana de la formación del golfo de California. La subcuenca El Cardonal es un medio graben, limitado en su margen oeste por la falla lítrica Casas Viejas. El basamento cristalino aflora tanto en el oeste como en el este de la subcuenca, sin embargo presenta mayor extensión en el margen oeste. En la subcuenca afloran diversas litofacies, las cuales de acuerdo a sus características litológicas se relacionan con las Formaciones Los Barriles, Trinidad y Refugio, unidades ya establecidas en la cuenca San José del Cabo. Se levantaron 12 columnas estratigráficas y se realizó una cartografía geológica escala 1:30,000. La Formación Los Barriles está constituida principalmente por conglomerado en su porción proximal, gradando a arenisca en su parte distal. La unidad refleja un ambiente de abanico aluvial. Hacia el centro de la subcuenca se interdigita ampliamente con la Formación Trinidad, la cual consiste en una alternancia entre lodolita, arenisca y limolita, formada en un ambiente marino. La zona de interdigitación corresponde a un ambiente de abanico delta. Ambas unidades anteriores están intensamente falladas y basculadas generalmente al NW. La Formación Refugio aflora en una pequeña área en la parte central-este de la subcuenca, cubriendo discordantemente las unidades anteriores. Está conformada primordialmente por arenisca y arenisca coquinoide, acumulados en un ambiente marino somero. Mediante la técnica simple smear slide se realizaron una serie de láminas, en las cuales por medio de nanoplancton calcáreo se fechó la Formación Trinidad en el área de estudio en NN11 (finales del Mioceno tardío). En suma, los datos recopilados permiten interpretar la evolución geológica de la subcuenca El Cardonal. La subsidencia en la subcuenca inició en el Mioceno tardío por la activación de la falla marginal Casas Viejas, propiciando que se formaran una serie de abanicos aluviales (Formación Los Barriles). Debido al hundimiento incursionó el mar a la cuenca, resultando en la interdigitación de los abanicos aluviales con sedimentos marinos (Formación Trinidad), originando abanicos deltas. En las Formaciones Los Barriles y Trinidad existen evidencias para fallamiento contemporáneo al depósito sedimentario. Probablemente la actividad de la falla disminuyó finales del Mioceno tardío o durante el Plioceno temprano. Después de una etapa de erosión, durante una nueva incursión marina se acumularon los sedimentos de la Formación Refugio, los cuales se interdigitan con depósitos de abanico aluvial (Formación Los Barriles). Durante el Plioceno tardío a Pleistoceno se formaron depósitos aluviales que cubren discordantemente las unidades anteriores y muestran poca a nula deformación. Desde el Pleistoceno ocurrió un levantamiento tectónico y en consecuencia la disección fluvial del relleno de la subcuenca El Cardonal.

SED-10

ABANICOS DELTAICOS EN LA SUBCUENCA EL CARDONAL, AL NORTE DE LOS BARRILES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Schwennicke Tobias, Santisteban Mendivil Diana María,
Pérez Venzor José Antonio y Cortés Martínez Mara Yadira
Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS
tobias@uabcs.mx

La subcuenca El Cardonal se localiza al norte de Los Barriles y representa la extensión norte de la cuenca San José del Cabo, ubicada en el extremo sur de la península de Baja California. Ambas cuencas forman parte de la Provincia Extensional del Golfo de California y su origen se relaciona con la etapa temprana de la formación del golfo de California. La subcuenca El Cardonal es un medio graben con un ancho y largo de aproximadamente 10 y 30 km respectivamente, limitado en su margen oeste por la falla lítrica Casas Viejas. Al Oeste de esta falla aflora el basamento cristalino, constituyendo el terreno montañoso de la sierra La Gata. En su lado este la subcuenca está limitada en la mayor parte por el actual golfo de California y solamente alrededor del poblado de El Pescadero aflora, en un área pequeña, el basamento intrusivo y metamórfico. En la subcuenca se reconocieron las Formaciones Los Barriles, Trinidad y Refugio, unidades ya establecidas en la cuenca San José del Cabo, con edades entre Mioceno superior al Plioceno; además, afloran depósitos aluviales cuaternarios. La Formación Los Barriles se distribuye a lo largo de la falla marginal, en el sur de la subcuenca y alrededor del basamento Pescadero. Está constituida principalmente por conglomerado grueso en su porción proximal, gradando a arenisca y conglomerado en su parte distal. La unidad refleja un ambiente de abanico aluvial. Hacia el centro de la subcuenca se interdigita ampliamente con la Formación Trinidad, la cual consiste en una alternancia de arenisca lodosa, lodolita arenosa, limolita, arenisca y arenisca conglomerádica, formada en un ambiente marino. La zona de interdigitación corresponde a un ambiente de abanico deltaico (fan delta). Ambas unidades anteriores están intensamente falladas y basculadas generalmente al NW. La Formación Refugio aflora en una pequeña área en la parte central-este de la subcuenca, cubriendo discordantemente las unidades anteriores. Está conformada primordialmente por arenisca y arenisca coquinoide, acumuladas en un ambiente marino somero. Nanoplancton calcáreo recuperado de la Formación Trinidad sugiere una edad de NN11 (finales del Mioceno tardío). Los datos señalan que la subsidencia en la subcuenca inició en el Mioceno tardío por la activación de la falla marginal Casas Viejas, propiciando que se formara una serie de abanicos aluviales (Formación Los Barriles). Debido al hundimiento incursionó el mar a la cuenca, resultando en la interdigitación de los abanicos aluviales marginales con sedimentos marinos (Formación Trinidad) hacia la parte central de la cuenca, originando abanicos deltaicos. Estos deltas carecen de capas frontales progradantes (foresets) y la ausencia de depósitos de anteproya (foreshore) sugiere que la acción del oleaje estaba limitada. Hacia la parte marina (Formación Trinidad) se observan capas de arenisca y arenisca conglomerádica con gradación normal o laminación paralela que reflejan su depósito por flujos gravitacionales en la parte frontal de los deltas. Además es común la presencia de slumping en los sedimentos marinos. En total, considerando clasificaciones de otros autores, los deltas tienen características de abanicos deltaicos de aguas profundas.

SED-11

CAMBIOS COSTEROS HOLOCÉNICOS AL SUR DE LA LAGUNA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Cortés Martínez Mara Yadira, Sánchez Salgado Daysi Azucena,
Schwennicke Tobias, Pérez Venzor José Antonio y Díaz Gutiérrez José Juan
Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS
mycortes@uabcs.mx

En los últimos años se ha visto una incrementada urbanización en la planicie costera cercana a la ciudad de La Paz, en algunos casos a menos de 1m por encima del nivel medio del mar. La región se ubica en el medio graben de La Paz y se caracteriza por la presencia de tectonismo activo relacionado con el sistema de fallas Carrizal, lo que hace imperativo ampliar nuestro conocimiento sobre la geología y la evolución costera de la laguna de La Paz, a fin de prevenir futuros daños debido a terremotos así como a incrementos del nivel del mar como resultado del cambio climático actual o de procesos tectónicos locales. Por ello, el objetivo de este trabajo es estudiar los rasgos geológicos así como la evolución costera al sur de la laguna de La Paz, en las cercanías de Chametla, a 10 km al SW de la ciudad de La Paz. El área de estudio se caracteriza geomorfológicamente por un muy bajo gradiente desde la planicie fluvial distal al sur de la laguna hacia una planicie costera supratidal hasta intermareal y finalmente la laguna. Seis pozos abiertos, 1,0 x 0,8 m de tamaño y con profundidades entre 0,5-1,15 m, fueron excavados a lo largo de un trayecto de 600 m orientado perpendicularmente a la línea de costa y se realizaron las descripciones de los cortes litológicos. En los diferentes horizontes se tomaron muestras para su análisis granulométrico y mineralógico. Adicionalmente se levantó un modelo digital de elevación con una estación total Leica TPS 400 en un área de 400 x 600 m. Los resultados preliminares de este proyecto piloto indican, de manera general, que los sedimentos de los estratos inferiores corresponden a un ambiente sub-acuático con influencia de aporte fluvial. Las capas sobreyacentes sugieren un ambiente de playa frontal con un marcado depósito litoral en la parte superior, caracterizado

por abundantes fragmentos de conchas. Cubriendo ese horizonte hay una gruesa capa de lodo depositado en el ambiente intermareal a supratidal actual. Los datos indican que en un principio la laguna retrocedió durante el Holoceno, sin embargo, la morfología costera actual sugiere una invasión marina reciente. Teniendo en cuenta el fallamiento geológico activo en la zona, y la posible elevación del nivel del mar debido al cambio climático, esta área puede ser considerada como una zona de alto riesgo para el desarrollo urbano.

SED-12

PROVENIENCIA Y CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA (SM-ND) DE SEDIMENTOS EN LAS CUENCAS DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Lomtatidze Ekaterina, Martín Barajas Arturo y Weber Bodo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
elomtatidze@gmail.com

Las cuencas en el norte del Golfo de California han sido cubiertas de sedimentos provenientes principalmente del río Colorado, que mayormente provienen de la meseta del Colorado y del Gran Cañón en Arizona. La edad del relleno sedimentario asociado al río Colorado en la depresión del Salton es de 5.3 Ma y puede servir para acotar la edad de la primera incursión marina dentro del Golfo de California. Esta edad es cercana a la edad propuesta de 6 a 7 Ma para el inicio de la deformación transtensiva focalizada en una franja mas estrecha en el Golfo de California. Sin embargo, microfósiles marinos identificados en pozos profundos de PEMEX sugieren una edad Mioceno medio-temprano para la primera incursión marina en el norte del Golfo de California. El análisis de petrofacies y las características geoquímicas e isotópicas (Sm-Nd) en las muestras de pozos de PEMEX pueden aportar información sobre la fuente de los sedimentos al compararlos con sedimentos modernos de la parte NW de Sonora y de Baja California, México. Se reconocen tres fuentes modernas dominantes: (1) los sedimentos modernos del río Colorado, presentan petrofacies cuarzosas, edades modelo Nd (1666 -1316 Ma) y valores muy negativos de ϵ_{Nd} (-15.4 - -12.5), (2) los sedimentos de la parte noroeste de Sonora (miembro final 2), se caracterizan por un decremento en el contenido de cuarzo y altos contenidos de fragmentos líticos, además de edades modelo mas jóvenes (1296 - 1261) y valores ϵ_{Nd} menos negativos (-11.5 - -7.8), y (3) los sedimentos de fuentes locales en Baja California (miembro final 3), son los mas contrastantes e incluyen detritos de campos volcánicos sin-rift y arcosas y lodos con valores altos de ϵ_{Nd} (-7 - -2.0) y las edades modelo mas jóvenes (1292 - 889). En las muestras de pozo la composición mineralógica de las areniscas y las razones isotópicas Sm/Nd varían dentro de un rango mas estrecho que en los miembros finales de los sedimentos modernos, lo que sugiere variación en la contribución de cada miembro final, y/o procesos de mezcla de sedimentos terrígenos por procesos marinos, principalmente por oleaje, mareas y corrientes litorales. La composición isotópica Sm-Nd y las edades modelo indican que los lodos del río Colorado moderno se derivan de una fuente más reciclada comparados con los lodos del río Colorado del Plio-Pleistoceno. El análisis de petrofacies y la sistemática Sm-Nd en las muestras de pozos profundos indica que sedimentos del río Colorado rellenaron las cuencas Wagner y Delfín Superior. Este análisis indica que en el relleno de la cuenca Tiburón ocurrieron procesos de mezcla entre sedimentos del río Colorado y sedimentos provenientes del NW de Sonora. La firma detrítica e isotópica (Sm-Nd) en cuencas Wagner, Delfín y Tiburón es parecida al río Colorado y apoyan la propuesta de una edad Mioceno tardío a Plioceno para el inicio de la sedimentación marina en las cuencas del Golfo de California.

SED-13

MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS DEL EXTREMO ORIENTAL DEL ABANICO DEL MISSISSIPPI, CON DATOS DE BATIMETRÍA MULTIHAZ Y PERFILES SÍSMICOS DE ALTA RESOLUCIÓN

Valle Hernández Sandra¹, Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.²,
Escobar-Briones Elva³, Bandy William³ y Ponce Núñez Francisco³

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
sandrav@geofisica.unam.mx

El presente trabajo es producto de una investigación oceanográfica para analizar la morfología y las estructuras sedimentarias del lecho marino que se encuentran en el sector Sur-oriental del Abanico del Mississippi. El estudio geofísico marino se llevo a cabo en dos campañas oceanográficas SIGSBEE-11 (en 2008) y SIGSBEE-13 (en 2010) abordo de B/O Justo Sierra de la UNAM. Valores batimétricos multihaz se adquirieron con un ecosonda EM300 de Kongsberg de 32 kHz. El procesamiento de estos datos fue hecho con el software CARAIBES y sus resultados son integrados en una carta de la batimetría del relieve lecho marino. Las secciones sísmicas de alta resolución se obtuvieron con un perfilador paramétrico TOPAS PS-18 de Kongsberg que trabaja en un rango de frecuencia entre 2 a 6 kHz. Estos datos son procesados en tiempo real y al mismo tiempo desplegados en secciones sísmicas del subsuelo y sus correspondientes estratos. El procesamiento de los datos de batimetría multihaz muestra una morfología casi horizontal del relieve del lecho marino del Sureste del Abanico del Mississippi que va de 2,900 a 3,200 m de profundidad. El relieve del

abanico es formado por el gran aporte de las corrientes de turbidez provenientes del Río del Mississippi y con una tendencia de oeste a este. Por otra parte, la carta de batimetría multihaz muestra que el sector inferior del abanico es afectado principalmente por la extensión del cañón submarino del Mississippi, entre las latitudes 26o00'N a 26o20'N y longitudes 87o00'W a 86o10'W. En este sector, el cañón submarino tiene una forma senoidal, conformado por varios meandros, con anchos entre 500 a 2,000 m y tiene una dirección predominante que va del Occidente al Oriente, y su longitud expuesta en esta zona alcanza casi más de 100 km. Este relieve muestra que el cañón submarino se encuentre activo. Aproximadamente en los 86o20'W, el flujo del cañón cambia su curso hacia dos direcciones, una al Sureste y otra hacia el Norte. Las secciones sísmicas de alta resolución adquiridas durante SIGSBEE-11 y SIGSBEE-13 en la parte Norte del estudio, cruzan de Oeste a Este el cañón submarino. Tres secciones de las campañas oceanográficas entre las latitudes 26o15'N a 26o14'N que abarcan el cañón submarino del Mississippi muestran el grado de aportación sedimentaria a causa de los flujos turbidíticos y deposición pelágica que cubren grandes extensiones del abanico y en las planicies de Sigsbee y Florida. Las secciones muestran que la estructura del cañón ha estado cambiando con el tiempo, sus paredes se erosionan y se rellenan por los episódicos depósitos de turbiditas. Este estudio recibió apoyo financiero del programa UNAM-DGAPA-PAPIIT No. IN115613.

SED-14

LA ARQUITECTURA DEPOSICIONAL DE UNA AVALANCHA DE ESCOMBROS EXCEPCIONALMENTE EXPUESTA: DESLIZAMIENTO VOLCÁNICO DE ABONA, TENERIFE, ISLAS CANARIAS.

Dávila Harris Pablo
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
pablo.davila@ipicyt.edu.mx

La Formación Helecho (Pleistoceno medio) es el resultado de un colapso volcánico ocurrido en el sector sudoriental del volcán Las Cañadas en Tenerife, Islas Canarias, España. Las Cañadas es un volcán-ísla con actividad desde el Mioceno superior y de composición fonolítica. Tiene una historia prolongada de erupciones explosivas que depositaron un abanico de piroclastos en las partes bajas de la isla. La cima consiste de una caldera de 15 km de diámetro, dividida en tres colapsos: la caldera de Ucanca, Guajara y Diego Hernández, con edades que van del Plioceno al Pleistoceno. Del piso de la caldera se levanta el Pico del Teide con 3,718 m.s.n.m. y con actividad fumarólica actual. Hacia el SW y SE de la isla se extiende el Grupo Bandas del Sur, que consiste de una alternancia de tobos ignimbriticos, brechas, lavas y depósitos de caída de pómez. Esta secuencia va de 1.8 a 0.16 Ma. En la parte inferior del grupo se ubica la Formación Helecho, la cual consiste de una brecha heterolitológica y piroclastos con espesores máximos de 50 m y cubriendo un área de 90 km². Está expuesta mayormente en las bases de los barrancos del sureste de la isla, entre Granadilla y Porís de Abona. La Formación Helecho consta de 5 miembros: a) Aulagas, depósito de caída basal; Cobón, ignimbrita inferior; Abona, brecha de avalancha de escombros; Ganige, ignimbrita superior; y Aulagas, depósito Pliniano superior. Este estudio se centra en el análisis de las estructuras y texturas de la avalancha de escombros, con el objeto de interpretar los mecanismos de transporte y emplazamiento de la misma. Se presentan los resultados del levantamiento de numerosas secciones y esquemas del depósito de avalancha, reconociendo con esto la distribución de sus facies. El mapeo muestra una mayor proporción de "bloques de detritos" en las partes proximales disminuyendo estos en proporción y tamaño hacia las partes distales (17 km de la fuente). Se realizó un análisis morfo-estructural de los bloques de detritos tomando direcciones de elongación, nivel, litología y grado de trituración. Para el análisis micro se revisaron las fracturas de tipo rompecabezas en lamina petrográfica y MEB. Se detectaron también rasgos sedimentológicos en la base, cuerpo y cima del depósito, que arrojan evidencia acerca del complejo sistema de transporte y deposición, así como lineamientos transversales en ciertos niveles del depósito. La documentación y análisis minuciosos de los rasgos litológicos, estructurales y estratigráficos de la avalancha de Abona, así como la excepcional calidad de sus afloramientos, ha permitido reconocer procesos de transporte y emplazamiento que difieren con flujos típicamente granulares. Además, se identifica un proceso de rotura y fracturamiento progresivo desde el momento de la descompresión litostática del colapso y durante todo el transporte. Este mecanismo se acompañó de cizalla, mezcla, erosión e incorporación temporal del sustrato debido a un flujo de tipo laminar "seccionado" y con adición de dilatación de la masa sólida de material en movimiento, como lo demuestran las morfologías de algunos bloques de detritos.

SED-15

SEDIMENTOLOGIA DE LA SECUENCIA DEL ESTACIONAMIENTO DE FASHION MALL, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MEXICO

Reyes-Cortés Ignacio Alfonso, Cisneros-Cano Jesús Ismael, Castañeda-Perea Juan Carlos, Sigala-Silva Héctor Iván, Carmona-Conejo Brayan, Gallegos-Medina Andrés, Gutiérrez-Pacheco Rafael Bernardo, Rodríguez-Guerra Yair y Faudoa-Gómez Fabián
Universidad Autónoma de Chihuahua, UACH
 iareyes2020@gmail.com

El proyecto implica la identificación y descripción de las estructuras sedimentarias pertenecientes a los aluviones plio-pleistocénicos que rellenan la cuenca de Chihuahua. Los afloramientos se localizan en el suroeste de la ciudad de Chihuahua, con coordenadas 28°37'28.2"N y 106°07'03.7"W. La descripción sedimentológica incluye la identificación de los ambientes fluviales y aluviales con discordancias erosionales y litológicas. Aflora una secuencia intercalada de rocas volcánicas, piroclásticas y clásticas. Se presentan estructuras de paleocauces, planicies de inundación, discordancias erosionales, y fallas de compactación diferencial. Para ejecutar el estudio se realizó la captura fotográfica de los afloramientos que incluye toda la secuencia estratigráfica observable desde el área de estacionamientos de la plaza comercial "Fashion Mall" y sus alrededores. Se colectaron muestras de varias de las columnas estratigráficas medidas; muestras que incluyen a cada uno de los estratos. Los estratos presentan composición clástica (arenisca lítica) intercalándose con delgados horizontes piroclásticos (toba) y material volcánico. Se elaboraron láminas delgadas de las muestras para el estudio petrográfico en el que se identificó la forma, redondez y textura de los granos presentes en la arena, toba y material volcánico. Se identificó la presencia de un paleocauce anastomosado (trenzado) con orientación sur-norte. El paleocauce aflora en un corte longitudinal del estacionamiento descrito. En el corte se aprecian las capas o secuencias de depósitos clásticos, tobáceos y volcánicos con sus correspondientes estructuras primarias, que muestran los cambios de velocidad del flujo de la corriente a los que estaban sometidas las cargas de fondo de los arroyos (tracción, rodamiento, saltación y suspensión), que eran transportados a través del paleocauce. Las estructuras primarias están evidenciadas por el tamaño y arreglo de los granos de cada estrato. También se identificaron enormes clastos de hasta 60 cm de diámetro arrastrados por las paleocorrientes. Estos fragmentos grandes son de origen principalmente volcánico. Los fragmentos más grandes están redondeados, algo aplanados y una textura superficial áspera. El corte muestra prácticamente todas las estructuras primarias de ambientes aluviales y fluviales, tales como la estratificación cruzada, gradual y horizontal entre otras.

SED-16

COMPARACIÓN DE MODELOS COMPUTACIONALES DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN RÍOS

Cardoso Landa Guillermo
Instituto Tecnológico de Chilpancingo, ITCH
 gclanda@prodigy.net.mx

Antecedentes El transporte de sedimentos, es un fenómeno complejo que responde a dos funciones: una que representa las características de la cuenca y otra las del río; una de las funciones indica la cantidad, naturaleza y propiedades físicas de los materiales disponibles para el transporte, y la otra, la capacidad del sistema hidráulico para hacerlo. Esta complejidad, hace que el problema del transporte de sedimentos en ríos, sea imposible de resolver por la aplicación simple de la teoría de la mecánica de los fluidos. La presencia de partículas en el flujo, altera el comportamiento hidráulico, muchas veces motivado por la presencia de elementos artificiales, como los apoyos de puentes o estructuras hidráulicas, que hacen que se rompa el equilibrio del flujo. Los sedimentos que transporta una corriente de agua, son consecuencia natural de la degradación del suelo, puesto que el material procedente de la erosión, llega a las corrientes a través de tributarios menores, por la capacidad que tiene la corriente de agua para transportar sólidos, también por movimientos en masa, o sea, desprendimientos, deslizamientos y otros. Desarrollo Existen distintos modelos computacionales que cuantifican el transporte de sedimentos en ríos, los cuales han sido desarrollados por universidades, centros de investigación y empresas privadas de todo el mundo. Con las metodologías de solución numérica avanzadas y la tecnología informática potente actual, se han resuelto los modelos matemáticos de hidrosistemas no lineales en forma realista. Adicionalmente con las ciencias computacionales y las tecnologías de la información, tales como los SIG (sistema de información geográfica), GUI (interfaz gráfica de usuario), visualización científica, visualización de realidad virtual. etc., se han aplicado al desarrollo de pre- y post-procesadores de modelos de simulación computacional. Los paquetes de software resultante han sido no sólo potentes y con ambiente amigable, sino también eficientes y rentables. En la primera etapa del presente proyecto, se seleccionaron algunos de estos modelos computacionales para la cuantificación del transporte de sedimentos en ríos, en base a su universalidad y aplicación práctica. A continuación se analizaron las características de cada uno de ellos, comparándolos y verificando su sustento teórico, la forma de solucionar los sistemas de ecuaciones utilizados, su rango de aplicación, su validación, así como los ríos en donde se han aplicado, obteniendo resultados satisfactorios. Conclusiones Se analizaron los siguientes modelos computacionales para la determinación del transporte de sedimentos

en ríos: CHARIMA (Hoy et al., 1990), FLUVIAL-12 (Chang, 1990), HEC-6 (U.S. Army Corps of Engineers, 1993), TAS-2 (Canali and Thomas, 1985), MEANDER (Johanneson and Parker, 1985), USGS (Nelson and Smith, 1989), D-O-T (Derby and Torne, 1996, and Osan and Torne, 1988), GSTARS (Molinas and Yang, 1986), and NCCHE modelos (Su and Wang, 2002). obteniéndose tres tablas comparativas, en donde se analizan los siguientes elementos; Tabla 1, capacidades de modelación del transporte de sedimentos por cada modelo; Tabla 2, Formulación y desratización empleada por cada modelo y tabla 3, Esquema de solución numérica utilizada por cada modelo.

SED-17 CARTEL

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DEL COMPLEJO TURBIDITICO CHARCAS DENTRO DE LA FORMACIÓN ZACATECAS (TRIÁSICO TARDÍO), SIERRA DE CHARCAS, SAN LUIS POTOSÍ

Valencia Ponce Alfonso¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Guerrero Suastegui Martín² y Barboza Gudiño José Rafael³

¹Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

³Instituto de Geología, UASLP
 poncho24vp@gmail.com

Tradicionalmente, la Formación Zacatecas (Triásico Tardío), en la Sierra de Charcas se ha interpretado como depósitos canales, cubierta de canal, zona intercal y lóbulo que forman parte de un abanico submarino en su parte del abanico medio e inferior (Hoppe et al., 2004). El presente trabajo, por medio de un análisis sedimentológico detallado establecido con 100 perfiles sedimentológico estratigráficos de escalas variables, 800 datos de paleocorrientes, análisis de mapas de facies y de paleocorrientes propone emplear el término informal de "Complejo Turbidítico Charcas" (c.f; Mutti y Normark, 1987) para la sucesión estratigráfica de la Formación Zacatecas en el área de estudio. La conjunción de estos análisis, revelan que el Complejo Turbidítico Charcas, esta conformado posiblemente por cuatro sistemas turbidíticos (ST) con características sedimentológicas y estratigráficas diferentes. El ST "Rancho Alegre", está conformado por tres sub-sistemas: 1) sistemas de canales de tipo deposicionales; 2) depósitos de cubierta de canal y 3) depósitos caóticos, situados a la base de los canales. Las direcciones de transporte de sedimento del ST "Rancho Alegre" muestra una tendencia preferencial hacia el N330, como lo indican los surcos de erosión (n=40), en tanto que la dispersión de sedimento se efectuó con variaciones del N320 al N350. El ST "Los Chopos" esta constituido por diez subsistemas turbidíticos: 1) lóbulo; 2) depósitos caóticos; 3) canales meándricos de baja sinuosidad; 4) canales rectos; 5) canales meándricos de moderada sinuosidad; 6) canales trenzados; 7) depósitos de cubierta de canal; 8) depósitos caóticos, 9) surcos, y 10) depósitos de la transición lóbulo-canal. Las direcciones de flujo principal documentada con surcos de erosión, presentan una tendencia hacia el N340 (n=55), con un cambio en la dirección del flujo en los sistemas meándricos de E-O (surcos de erosión, n=20). La dispersión de sedimentos se realizó con direcciones de N210-270 y N350-70. El ST "San Rafael" esta conformado por seis subsistemas turbidíticos: 1) lóbulo; 2) canales meándricos de baja sinuosidad; 3) cubierta de canal; 4) depósitos caóticos; 4) canales meándricos de moderada sinuosidad, 5) canales rectos, y 6) depósitos de cubierta de canal. Las direcciones de flujo de los surcos de erosión dentro de este sistema, muestran una tendencia hacia el N290-320 (n=45). El ST "La Negritra" esta conformado por tres subsistemas: 1) lóbulo inferior, 2) planicie de cuenca proxima, y 3) planicie de cuenca distal.

SED-18 CARTEL

PROCEDENCIA DE CUARZOS DETRÍTICOS POR ANÁLISIS TEXTURAL CON CATODOLUMINISCENCIA DE LA FORMACIÓN HUAYACOCOTLA (JURÁSICO TEMPRANO) Y "ARENISCA ALAMITOS" (JURÁSICO TARDÍO),- RIO VERDE, SAN LUIS POTOSÍ.

Gutiérrez González Araceli¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Alavera Mendoza Oscar T.², López Díaz Jazmin³, Jenchen Uwe³ y Barboza Gudiño José Rafael⁴

¹Área Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁴Instituto de Geología, UASLP
 ara_ggzkd@hotmail.com

La procedencia en rocas sedimentarias detríticas permite documentar el origen de sus componentes y su ambiente tectónico. Para determinar la procedencia existen diversas metodologías como el análisis geoquímico de roca total, isotópica (e.g. U-Pb, Lu-Hf), análisis de minerales pesados, el petrográfico que incluye el conteo de puntos en lámina delgada y el análisis textural observado con Catodoluminiscencia (CL) en diversos materiales. La CL se refiere a la emisión de luminiscencia visible de un material que es bombardeado por electrones de alta energía, donde el catodo es la fuente de los electrones, lo cual puede ser observado en un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM). Con este análisis se pueden determinar características de los sedimentos como la diagénesis, texturas y el origen. En este trabajo se documentan las características texturales de 200 cuarzoes detríticos

observadas por CL, colectados en la Formación Huayacocotla y la unidad informal "areniscas Alamitos", que afloran en el camino de San José de las Flores a el rancho Los Alamitos, Río Verde, San Luis Potosí. Estratigráficamente el área se compone de dos unidades: 1) la Formación Huayacocotla (Sinemuriano-Pliensbaquiano), esta compuesta por areniscas de grano medio en la base y hacia la cima areniscas de grano fino con la presencia de estructuras de la secuencia Bouma, intercaladas con lutitas y 2) la "arenisca Alamitos" (Tithoniano-Berriasiano) ésta conformada por intercalaciones de conglomerados, areniscas de grano muy grueso a medio y lutitas, mostrando estratificación de tipo lenticular, flaser, gradación normal y dunas en 2D y 3D. Los resultados del análisis con CL en las muestras de la Formación Huayacocotla, muestran en orden de abundancia, cuarzos de origen volcánico, plutónico y metamórfico, en tanto que las "areniscas alamitos" contienen en orden de abundancia, cuarzos de origen plutónico, volcánico y metamórfico. Los cuarzos volcánicos se caracterizan por un color de color violeta y rojo, presentando fracturas rellenas y/o abiertas y zoneamiento. Los cuarzos plutónicos son de color azul, con fracturas rellenas y/o abiertas y texturas en formas de "arañas", en tanto que los cuarzos metamórficos son de color azul marino con fracturas rellenas y/o abiertas, texturas moteadas y en "puzzle". En síntesis las posibles rocas madres para los cuarzos detríticos de la Formación Huayacocotla son de 68% rocas volcánicas, 20% rocas plutónicas y 12% rocas metamórficas de alto y medio grado. Para la "arenisca Alamitos" la roca madre de los cuarzos detríticos son 53% rocas plutónicas 29% son rocas volcánicas y 18% rocas metamórficas de alto y medio grado.

SED-19 CARTEL

ANÁLISIS QUÍMICO (ELEMENTOS TRAZA Y REE) DE APATITOS DETRÍTICOS USANDO LA-ICP-MS: APLICACIONES PARA PROCEDENCIA DE SEDIMENTOS SILICICLÁSTICOS DEL MESOZOICO DE CHIAPAS (SE MÉXICO)

Abdullin Fanis¹, Solé-Viñas Jesús², Shchepetilnikova Valentina¹ y Ortega Obregon Carlos³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM
fanisius@yandex.ru

Los métodos convencionales usualmente aplicados para determinar la procedencia de sedimentos siliciclásticos a veces muestran unos resultados difícilmente interpretables. Por ejemplo, el análisis de la composición de elementos mayores en sedimento total no es un método muy confiable debido a que estos elementos son altamente móviles y pueden provenir de diferentes tipos de rocas. Los elementos traza y REE de muestra total pueden ser un excelente indicador para determinar la roca fuente cuando esta es única, pero es difícil de afirmar si esto es así. Por otro lado, también hay que tomar en cuenta el sepultamiento (diagénesis) de sedimentos, lo que puede cambiar la composición química original de los materiales siliciclásticos o del cemento, por ejemplo, formando precipitaciones de sulfatos, óxidos, arcillas, etc. Las dataciones de circones y apatitos detríticos (granos individuales) mediante trazas de fisión, (U-Th)/He y U-Pb son aplicables perfectamente para procedencia de sedimentos incluyendo la determinación de su edad estratigráfica. Sin embargo, estos métodos isotópicos básicamente identifican las edades de enfriamiento de las rocas fuente, pero no determinan su tipo petrológico. Otra herramienta importante es el análisis modal de minerales pesados, aunque este método también tiene ciertas limitaciones, pues en varios tipos de roca se pueden encontrar los mismos minerales accesorios. Por ejemplo, los anfíboles cálcicos, circones, epidotas, apatitos y granates se encuentran comúnmente en la composición de varios tipos de rocas tanto ígneas como metamórficas. En este trabajo se discute sobre la aplicación de la química (REE, Mn, Y, Sr, Th y U medidos con LA-ICP-MS) de apatitos detríticos (granos individuales) para los estudios de procedencia de sedimentos. Como un ejemplo, se presentan los resultados obtenidos para las areniscas de las Formaciones San Ricardo y Todos Santos (Chiapas, México). Los datos indican que los materiales terrígenos de ambas Formaciones principalmente provienen de granitoides, desde félsicos hasta muy (Ca)-alcalinos, lo que se correlaciona con las rocas del Macizo de Chiapas. Esta conclusión se confirmó también analizando la química en apatitos de unos granitos del Macizo. La composición de elementos traza y REE en apatitos depende directamente del tipo de su roca encajonante (Belousova et al., 2002; Lesnov, 2012). Los apatitos son suficientemente resistentes al intemperismo físico-químico y pueden sobrevivir tanto en la superficie terrestre como durante la diagénesis conservando su composición química original. Nuestros estudios muestran que los apatitos pueden ser indicadores directos de la roca fuente y la química de estos fosfatos se puede utilizar como una herramienta adicional, junto con los métodos convencionales que se mencionaron anteriormente, para realizar un mejor estudio de la procedencia de sedimentos. Este estudio fue financiado por el proyecto PAPIIT UNAN No. IN111414 (Dr. Jesús Solé).

SED-20 CARTEL

EDAD E INTERPRETACIÓN DE LOS PALEOAMBIENTES DEL JURÁSICO TARDÍO DE LA FORMACIÓN LA CASITA, EN LA FOSA DE CHIHUAHUA.

Tarango Terrazas Carmen Manuela y Lawton Timothy F.

Centro de Geociencias, UNAM
ctarango@geociencias.unam.mx

La Formación La Casita pertenece a las rocas sedimentarias marinas siliciclásticas más viejas de la fosa de Chihuahua. La cuenca que fue formada probablemente como una cuenca de pull-apart como resultado de movimiento lateral derecho con rumbo NW a finales del Jurásico Medio y/o principios del Jurásico Tardío. Un análisis de los paleoambientes, la procedencia y la edad de la formación es importante para aumentar el conocimiento de la tectónica en la fosa de Chihuahua. Cabe señalar que existen pocos afloramientos de la Formación La Casita tan bien expuestos, por lo que la localidad del cerro Los Panales, en el municipio de Aldama, Chihuahua, es muy importante para el estudio e interpretación de facies. La Formación La Casita se divide en 3 miembros: (1) miembro inferior constituido por conglomerados, areniscas, limolitas que fueron depositados en un abanico deltaico ubicado entre la zona del shoreface y offshore; (2) un miembro medio consta principalmente de limolitas y lutitas con ammonites Idoceras que fueron depositadas en la plataforma junto a algunos depósitos de tobas y depósitos de tormentas durante el Kimmeridgiano; (3) por último un miembro superior está constituido por lutitas negras con ammonites Richterella, las cuales fueron depositadas en cuenca profunda intercaladas con turbiditas y depósitos de flujos de gravedad durante el Tithoniano. Junto a la Formación La Casita, en el cerro Los Panales, se puede distinguir un intrusivo granítico que ha sido considerado Cenozoico; sin embargo, dentro del conglomerado que se encuentra en el miembro inferior de La Casita se pueden observar clastos de riolita, lo cual puede sugerir que el intrusivo adyacente es más viejo que La Casita, por lo cual los análisis de U-Pb ayudaran a establecer correctamente la estratigrafía en el área.

SED-21 CARTEL

ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE LA ARCOSA PATULA (CRETÁCICO TEMPRANO), SIERRA DE LA GAVIA, COAHUILA: EVIDENCIAS DE EXHUMACIÓN DE LAS ROCAS DEL BASAMENTO PRE-CRETÁCICO.

Salinas Ocampo Ulises¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto²,
Jenchen Uwe³, Augustsson Carita⁴ y Talavera Mendoza Oscar¹

¹Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

²Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁴Institut für Petroleumstechnologie, Universitet i Stavanger
wygurecords@hotmail.com

Las secuencias sedimentarias mesozoicas en el NE de México están dominadas por gruesas sucesiones carbonatadas. Sin embargo, existen diversos afloramientos en donde se observan secuencias clásticas de importancia geológica que permiten realizar estudios sedimentológicos y de procedencia para establecer una configuración tectónica de la región. Quince muestras de la Arcosa Patula (Cretácico Temprano), en la sierra de la Gavia, Cuenca de Sabinas, Coahuila, fueron colectadas para realizar un análisis detallado de: (I) petrografía tradicional, que incluye un conteo de 1500 puntos, y la determinación del índice de reciclamiento sedimentario (InReSe), (II) geoquímica de roca total, y (III) catódoluminiscencia (análisis de texturas y espectros de color) en cuarzos detríticos. El análisis petrográfico sugiere que: el cuarzo es el principal constituyente de tipo: 1) monocristalino con extinción recta mayor a ondulada; 2) policristalino ($Qp > 3/Qp < 3$). Los feldespatos son plagioclasas con maclado polisintético, en tanto que los feldespatos potásicos son menos comunes, exhiben maclado tipo Carlsbad y enrejado. Los fragmentos líticos son: carbonatados con texturas esparíticas, carbonatados con texturas micríticas, metapelítico-2, metafelsítico/metapsamítico-2-3, de lutitas, areniscas de grano fino-medio y volcánicos con texturas felsíticas y tobáceas. El índice de reciclamiento sedimentario (InReSe) sugiere que de la base a la cima de la secuencia se denotan al menos dos variaciones: 1) de la base a la parte media del perfil (InReSe= 0.57 a 0.82) sugieren procesos de incremento en la madurez textural, grado de transporte y el reciclamiento sedimentario; 2) de la parte media a la cima (InReSe= -0.71 – 0.5) marcando el rejuvenecimiento de las áreas fuente de nuevas áreas fuentes. La geoquímica de roca total con base a los elementos: 1) mayores, sugieren que la Arcosa Patula presenta áreas fuentes sedimentarias ricas en cuarzo y de rocas ígneas félsicas; 2) elementos trazas, evidencian que las muestras están más enriquecidas en material félsico con aporte menor de rocas maficas y metamórfica; 3) los valores promedio de los REE son similares a los de la corteza continental y son característicos de rocas félsicas. La catódoluminiscencia en cuarzos detríticos sugiere un predominio de cuarzo de origen plutónico (color azul medio-azul cielo), volcánico (colores rojo y violeta) y metamórfico de alto-bajo grado (colores azul marino y café, respectivamente). Los plutónicos y metamórficos muestran un incremento de la base a la cima de la sección. Las texturas que presentan varían desde fracturas (rellenas y abiertas), arañas, algunos con zoneamiento y otros homogéneos. Las modas detríticas de la Arcosa Patula sugieren procedencia de orógeno reciclado con tendencia al basamento levantado, con áreas fuente principalmente de rocas

metamórficas de grado bajo a medio (Lmsf2 y 3, Lmp2 y 3, Qp > 3), líticos carbonatados microcristalinos (Lscs) y rocas plutónicas de composiciones granítica o granodiorítica (Qmo, Lp). El incremento en el contenido de líticos plutónicos y metamórficos hacia la cima de la sección, sugiere la posible exhumación de las rocas del basamento por sistemas trasntensivos durante el Cretácico Temprano.

SED-22 CARTEL

PROCEDENCIA DE LA FORMACIÓN CARACOL (CRETÁCICO SUPERIOR; PETROGRAFÍA, MODAS DETRÍTICAS Y TEXTURAS DE CATODOLUMINISCENCIA EN CUARZOS DETRÍTICOS), CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MÉXICO.

Ruiz Cigarrillo José Alberto¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Barboza Gudiño José Rafael², Talavera Mendoza Oscar² y López Díaz Jazmin³

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero jalberto.ruizc92@gmail.com

La Formación Caracol (Cretácico Superior) en la Cuenca Mesozoica del Centro de México está conformada por alternancias rítmicas de lutitas, areniscas y areniscas conglomeráticas, interpretadas como depósitos de abanicos submarinos con áreas fuentes procedentes del occidente. El presente trabajo con base en un análisis petrográfico, de un conteo de 1000 puntos libres de matriz y cemento en 60 láminas delgadas de areniscas grano de medio a grueso, y del análisis de texturas de CL en 150 cuarzos detríticos, documenta la composición del área fuente y el ambiente tectónico en que se depositó dicha muestra. El análisis petrográfico y conteo modal permiten establecer dos petrofacies. La petrofacies lítico cuarzosa que está constituida en orden de abundancia por fragmentos líticos (volcánicos felsíticos, volcánicos lathwork, metamórficos psamíticos2-3, metamórficos felsíticos2-3, además de líticos carbonatados y líticos plutónicos, cuarzos y feldespatos. La petrofacies cuarzo lítica se conforma en su mayoría por cuarzo con extinción ondulada, líticos (volcánicos con texturas felsítica, lathwork, metamórficos psamíticos-felsíticos2-3, en menor cantidad líticos sedimentarios y volcánicos plutónicos. Las modas detríticas sugieren que la petrofacies lítico cuarzosa tiene áreas fuentes que se componen principalmente de rocas volcánicas de composición variable de andesitas a dacitas, rocas metamórficas como esquistos de sericita, muscovita, biotita y clorita, rocas sedimentarias carbonatadas que pueden derivar de la cubierta sedimentaria, y por ultimo de fuentes plutónicas de composición granítica. Las posibles áreas fuente que dieron origen a la petrofacies cuarzolítica son principalmente rocas volcánicas de composición variable de andesitas a dacitas, con menor aporte las rocas carbonatadas y lutitas derivadas de la cubierta sedimentaria, rocas plutónicas de composición granítica y por ultimo fuentes de rocas metamórficas como esquistos de sericita, muscovita, biotita y clorita. El conteo modal sugiere una tendencia evolutiva de un arco volcánico (petrofacies lítico cuarzosa) a un orógeno reciclado (petrofacies cuarzo lítica). El análisis de texturas con CL en cuarzos detríticos robustece la interpretación petrográfica surgiendo una predominancia de fuentes volcánicas, plutónicas y en menor grado metamórficas de medio a alto grado. Los cuarzos volcánicos son de color rojo y violeta, con zoneamiento y fracturas rellenas de color negro. Los cuarzos plutónicos son de color azul cielo a medio, con gran cantidad de fracturas rellenas y arañas. En tanto que los cuarzos metamórficos de medio a alto grado son de color azul marino, con texturas moteadas, con fracturas rellanas y moderadas arañas.

SED-23 CARTEL

MODELO ALPINO PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE LA CUENCA DE ANTEPAÍS DEL CRETACICO TARDÍO-PALEÓGENO EN EL NORTE DE MÉXICO

Juárez Arriaga Edgar y F. Lawton Timothy
Centro de Geociencias, UNAM
ejarriaga@geociencias.unam.mx

El sistema de cuenca de antepaís del norte de México (SCANM) se ubica al norte de la Faja Volcánica Transmexicana y está vinculado al desarrollo de la orogenia Laramide del oeste y suroeste de E.U.A. El SCANM incluye las cuencas de Parras, La Popa, Sabinas y Tampico-Misantla, varios depocentros no nombrados en la Mesa Central así como las cuencas presentes en el Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano, como la Cuenca de Zimapan. El desarrollo temporal de estas cuencas y la sucesión estratigráfica que contienen se asemeja a la evolución tectónica y estratigráfica de la cuenca de antepaís del norte de los Alpes de Francia, Suiza y Austria. Como en el caso de los Alpes, el depósito inicial del SCANM consiste de turbiditas siliciclásticas profundas representadas por las formaciones Caracol y Soyatal, en el norte y centro de México, respectivamente, las cuales fueron subsecuentemente incorporadas a la cuña orogénica. Los depósitos siliciclásticos gradan distalmente a depósitos de aguas más profundas hacia el norte y este, constituyendo depósitos de cuencas hambrientas (por ej., formaciones Cuesta del Cura, Indidura y Agua Nueva), que cubren a las antiguas plataformas carbonatadas del Cretácico Temprano del este y noreste de México. Con este evento comienza el desarrollo de las cuencas de antepaís al inicio del Cretácico Tardío, mismo que en el registro estratigráfico es reconocido por el ahogamiento abrupto de las

antiguas plataformas carbonatadas presentes en el país. El sector transversal del cinturón plegado de la Sierra Madre Oriental es un sitio trascendental para este modelo, ya que los depósitos siliciclásticos de aguas profundas (flysch) pasan hacia el final del Campaniano a depósitos marino someros, deltaicos y continentales (molasse) del Grupo Difunta (Cretácico Superior-Eoceno). No obstante, en el este de México la deposición del flysch (por ej., la Formación Chicontepec) continuó a lo largo de la historia de la deposición de la cuenca, sin llegar hasta donde sabemos, a la acumulación de depósitos tipo molasse. Resulta trascendente que los depósitos flysch mexicanos no tienen análogos en Norteamérica, ya que en el suroeste de E.U.A. los depósitos sinorogénicos de la cuenca de antepaís, consisten de sucesiones continentales (aluviales y fluviales). La presencia de depósitos tipo flysch y molasse tiene un significado relevante en este modelo, pues son claves para identificar la naturaleza del mecanismo que originó el acortamiento del Cretácico Tardío-Paleógeno. Actualmente, la idea más extendida considera que el SCANM es resultado de la subducción de la placa Farallón como ocurre más al norte y, como resultado se desarrolló una cuenca retro-antepaís (retro-foreland basin). Sin embargo es posible que la cuenca de antepaís mexicana, sea el resultado de la colisión del Terreno Guerrero al comienzo del Cretácico Tardío, lo que habría generado una cuenca de antepaís más parecida al tipo Alpino (pro-foreland basin). Alternativamente el acortamiento que permitió la subsidencia de la cuenca de antepaís, pudo ser producido tanto por la subducción del slab de una placa oceánica como por la colisión de un arco.

SED-24 CARTEL

FACIES SEQUENCES ASSOCIATED WITH BRAIDED RIVER DEPOSITS OF EOCENE AGE IN THE SIERRA DE GUANAJUATO, MEXICO

Puy-Alquiza Maria Jesus¹, Miranda-Avilés Raúl¹, Zanor Gabriela Ana², Salazar-Hernández Ma. Mercedes¹ y Salazar-Hernández Ma. del Carmen³

¹Universidad de Guanajuato, UG

²División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato

³Instituto Politécnico Nacional, IPN

yosune.puy155@gmail.com

The fluvial stratigraphic architecture of the Cenozoic Guanajuato conglomerate Formation in the Sierra de Guanajuato, Mexico, records part of the infill of a passive continental margin terrain. Coarse-grained strata of the Guanajuato conglomerate Formation represent the deposits of a major channel belt (1 to 2 km wide by >100km long). Channel belt deposits comprise 2000 m thick conglomeratic interval interbedded with sandstones and mudstones. Facies analysis and stratigraphic architecture was performed with a view to deduce the nature of depositional environments of the Formation. Sedimentological and sequence stratigraphic evidence indicates that Guanajuato conglomerate Formation represents a complex siliciclastic facies that reflects a fluvial paleodepositional environment. Facies of the Guanajuato Conglomerate Formation include sandy matrix conglomerate (that show evidence of traction-dominated deposition), debris-flow and hyperconcentrated-flow deposits (interpreted as sedimentation from turbulent gravity flows), and sandstones with plane to horizontal stratification and planar and through cross-stratification, ripples, rain casts, flutes and groove marks, and desiccation cracks (scour-fill sand). We defined, described and interpreted five architectural elements and 14 lithofacies from 9 outcrop locations representing the Eocene back arc basin in the Sierra de Guanajuato. These are combined to interpret depositional settings. The Guanajuato conglomerate Formation is subdivided in two members (lower, and upper members). The lower member unconformably overlies the Mesozoic assemblage and has a thickness between 700 to 1,300 m. The lower member is constituted by two parts: 1) Basal part presents a conglomerate layers intercalated with sandstones which are intruded by lava flows. The intermediate member of the Guanajuato conglomerate Formation represents a sequence deposited by conglomerate channels, debris-flow deposits, major tubular and lenticular sandstones, and finely siltstone. The upper member is characterized by clast-supported conglomerates interbedded with sandstones-mudstones beds and a sequence of 30 meters of sandstones. The deposition represents a sequence being formed from fluvial and particularly braided channels. The crudely stratified, imbrication, pebble clusters, coarse to pebbly sandstone indicates channel lag deposits within a heavy loaded fluvial system. The fine-grained sandstone, rain cast, parallel lamination, desiccation cracks, represents deposition by shift channel and side bar deposits during lower flow conditions. Sediment distribution patterns, stratigraphic architecture, and tectonic setting suggest that the deposit is a braided river. The stratigraphic architecture observed in the Guanajuato Formation is inferred to be characteristic of fluvial braided in an upstream position and provides one of the first subsurface examples of such a system. The overall increase of preservation of overbank deposits upward is consistent with previous models of basin-scale upstream fluvial stratigraphic architecture, but the along-strike persistence and stacking of channel belts directly adjacent to a point source provides unique insight into the basin-scale stratigraphic evolution of upstream fluvial systems. The coarsening- and thickening-upward pattern and southeastward progradation, coupled with the variable proportions of sandy bedforms, overbank facies, channel size, and degree of channel abandonment in the Guanajuato conglomerate Formation reflect a distal through proximal fluvial braided environment.

SED-25 CARTEL

ANÁLISIS DE MICROFACIES, ASOCIACIONES DE FACIES E INTREPRETACIÓN AMBIENTAL PRELIMINAR DE LAS ROCAS CARBONATADAS DE LA FORMACIÓN CARRILLO PUERTO (MIOCENO AL PLIOCENO), MERÍDIA, YUCATÁN, MÉXICO

Hernández-López Martha Elizabeth¹, Cruz-Hernández Maribel¹, Sandoval-Jacobo Lucero de Jesús¹, Rivera Armendariz Cristian Abraham¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Cardona-Benavides Antonio² y Graniel Castro Eduardo²

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP

²Universidad Autónoma de Yucatán
martha_1216@hotmail.com

La finalidad del presente trabajo es documentar el ambiente de depósito de 280 muestras de rocas carbonatadas de la Formación Carrillo Puerto (Mioceno al Plioceno), y de la Unidad no Diferenciada (Cuaternario) que fueron colectadas de quince pozos exploratorios con profundidades de hasta 60 m, en la porción sureste, suroeste y noroeste de la ciudad de Mérida en el estado de Yucatán, México. El análisis microfacial y facial permite documentar 12 facies equivalentes con las microfacies estándar del Wilson (1975). Las microfacies fueron agrupadas en 5 Asociaciones de facies que representan varios subambientes de depósito. La AF1, interpretada como depósitos de bancos oolíticos esta conformada por (MF1) Wackstone de ooides y briozoarios. La AF2, interpretada como parches arrecifales (MF2) Grainstone de briozoarios, (MF3) Wackstone de Briozoarios. La AF3, dilucidada como depósitos de plataforma abierta caracteriza por las microfacies, (MF4) Wackstone de bivalvos (pelecípodos), (MF5) Packstone de bivalvos, (MF6) Wackstone de foraminíferos del tipo Numulites sp., La AF4, interpretadas como depósitos de plataforma restringida, caracterizada por (MF7) Grainstone de pellets, (MF8) Grainstone de foraminíferos bentónicos del tipo Uniseriales sp., Biseriales sp., (MF9) grainstone de foraminíferos del tipo Mililoides sp., (MF10) Wackstone de foraminíferos del tipo Mililoides sp., y briozoarios (MF11) Grainstone de foraminíferos del tipo Elphidium sp., La AF 5, dilucidada como depósitos de sabkha, conformada por las microfacies (MF12) Packstone con minerales evaporíticos. Las características litológicas, texturales, tipos de componentes, fauna fósil, distribución y características ambientales que presentan la microfacies y asociaciones de facies documentadas en las muestras de la Formación Carrillo Puerto, se interpretan estableciendo el desarrollo de un sistema de rampa carbonatada ligeramente inclinada durante el Mioceno al Plioceno.

SED-26 CARTEL

ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO Y MINERALÓGICO DE LOS DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS DEL ÁREA PUERTO ARÉVALO, SAN MIGUEL DE HORCASITAS, SONORA

Palafox Duarte Manuel Alejandro
Universidad de Sonora, UNISON
alejandro_palafox89@hotmail.com

Se realiza este trabajo con el objetivo de conocer las características sedimentológicas, granulométricas y mineralógicas de los depósitos de sedimentos con la finalidad de determinar su granulometría. Se analizaron un total de 34 zanjas, con diferentes niveles de profundidad de muestras, sumando un total de 29 muestras. Se estudian muestras en el Área 1 (A1) y Área 2 (A2), para conocer su granulometría y los porcentajes y tipos de partículas. Se realiza un análisis mineralógico de muestras de mano para un total de 2,650 clastos, esto con la finalidad de ver la procedencia de los clastos de los depósitos de sedimentos. Se estudia la mineralogía de la matriz de los clastos a partir de la técnica de difracción de rayos X. Existen muy pocos trabajos al respecto de las características sedimentológicas de los depósitos de sedimentos de origen volcánico, se toma uno como referencia en donde se estudian y comparan las características sedimentológicas y comportamiento estadístico de los depósitos de avalanchas de escombros, flujo de escombros cohesivos, flujos de escombros no cohesivos y Tills. Se realiza la descripción de un total de 29 columnas estratigráficas de las dos áreas, para conocer la litología de los clastos, los cuales son principalmente volcánicos y su comportamiento sedimentológico. Se presentan los valores estadísticos de las dos áreas en cuanto a los tamaños de las partículas que corresponden a gránulos y arena gruesa respectivamente, mientras que para la desviación estándar el valor corresponde a una muy mala clasificación, en tanto que para el sesgo en su mayoría se tiende hacia los tamaños finos.

SED-27 CARTEL

ANÁLISIS MICROFACIAL, AMBIENTAL Y DE CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA FORMACIÓN CARRILLO PUERTO, NORESTE DE MÉRIDA YUCATÁN

Rivera Armendariz Cristian Abraham¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Cardona-Benavides Antonio² y Graniel Castro Eduardo²

¹Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán
cristian.rivera.armendariz@hotmail.com

Se presenta el análisis de microfacies, asociación de facies y su interpretación ambiental de 100 muestras de rocas carbonatadas de la Formación Carrillo Puerto (Paleógeno al Plioceno) recolectadas en cinco pozos exploratorios con profundidades de hasta 60m (porción nororiental de Mérida, Yucatán, México), y la posible relación entre agua-roca bajo las perspectivas del análisis de imágenes por SEM, composición mineralógica por EDS y datos de hidrogeoquímica. El análisis microfacial y su asociación de facies permite establecer y subdividir varios subambientes desarrollados dentro de una rampa carbonatada distalmente inclinada, siendo: a) depósitos de plataforma restringida, caracterizados por Wackstone-Grainstone de pellets y Grainstone de ostrácodos, asociando con foraminíferos bentónicos, pelecípodos, barnacles, charophytes y algas verdes y azules (microfacies 16 y 18; Wilson, 1975), b) sistemas de bancos oolíticos/tras arrecife, conformados por Grainstone de ooides y oncoides, asociados con fragmentos de corales tubulares, briozoarios y algas rojas, foraminíferos bentónicos y minerales de Fe (microfacies 13 y 15; Wilson, 1975), c) sistemas de parches arrecifales, conformados por Framestone de corales tubulares y algas rojas, donde los constituyentes aloquímicos asociados son foraminíferos bentónicos y planctónicos, pelecípodos, braquiópodos, algas rojas, pellets, ooides, dolomita y minerales de Fe (microfacies 7; Wilson, 1975), d) depósitos de plataforma abierta, constituida por Wackstone de cianobacterias, bivalvos, foraminíferos (Nummulites sp.) y gasterópodos, Packstone de bivalvos y Grainstone de Nummulites sp., con briozoarios y algunos minerales de Fe (microfacies 8 y 9; Wilson, 1975). La relación entre agua-roca bajo el análisis de imágenes por SEM y EDS permitió analizar la composición, estructura y texturas de: a) matriz de grano fino (micrita), b) el tipo de cemento aragonítico, c) relación mineralógica, morfológica y espacial de los cementos espáticos, d) fósiles, e) granos agregados y f) procesos de dolomitización. Los datos hidrogeoquímicos asistieron a identificar algunas propiedades físicas y químicas del agua (e.g. conductividad eléctrica y temperatura). La representación gráfica de los resultados hidrogeoquímicos permite establecer: 1) de acuerdo a los diagramas de Stiff (1951) dos tipos de agua: a) agua del tipo cálcica-bicarbonatada relacionada con la zona saturada de agua dulce, y b) agua sódica-clorurada, característica de un medio ambiente de agua salada; 2) los diagramas de Piper (1953) marcan tres tipos de aguas: a) agua Mixta-Bicarbonatada, relacionada con la zona saturada de agua dulce, b) agua Mixta-Clorurada, relacionada con la zona saturada de agua salada, y c) agua Sódica-Clorurada, relacionada con la zona de mezcla. El índice de saturación de minerales indica: a) un sistema saturado con la calcita, y b) un sistema saturado y subsaturado con la dolomita y minerales de Fe. El análisis de microfacies y su asociación de facies, sugiere que durante el Paleógeno al reciente, la sedimentación carbonatada en la región norte de Yucatán ocurrió dentro de un sistema de rampa carbonatada distalmente inclinada en donde se desarrollaron sistemas tras arrecifales de plataforma restringida, arrecifales, y de bancos de arenas carbonatadas.

Sesión Regular

Sismología

Organizadores:
Allen Husker
Francisco Zúñiga
Roberto Ortega

SIS-1

ESTUDIOS DE RUIDO SÍSMICO EN EL ÁREA URBANA DE PUERTO VALLARTA

Lara Huerta Karen Cecilia, Escudero Ayala Christian René y Gómez Hernández Adán
Universidad de Guadalajara
 karen_larah@hotmail.com

La traza urbana de Puerto Vallarta se encuentra en una zona de peligro sísmico, esto implica que puede ser afectada por eventos tectónicos destructivos. Este problema puede ser agravado por las condiciones locales del suelo y estructuras presentes. Sin embargo un conocimiento científico y técnico adaptado es la clave para tomar las decisiones adecuadas que permitan minimizar las pérdidas económicas y sobre todo de vidas humanas. En este trabajo realizamos una microzonificación sísmica en diferentes áreas de Puerto Vallarta mediante técnicas de registros de vibración ambiental, estas proveen información sobre las condiciones locales del subsuelo, y su comportamiento ante el paso de ondas sísmicas como la posible amplificación de los depósitos del suelo. Utilizamos los métodos H/V-Nakamura, SPAC y F-K. Presentamos mapas del periodo natural de sitio así como perfiles de velocidad en distintos puntos de la zona urbana de Puerto Vallarta.

SIS-2

CLASIFICACION DE SITIOS EN ZONAS URBANAS POR MEDIO DE LA VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE

Jiménez Gabriel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
 gajizu@gmail.com

Ante un evento sísmico, los estratos blandos superficiales son los principales factores que amplifican las ondas sísmicas y alteran el contenido de frecuencias, lo cual se denomina efectos de sitio. Los llamados efectos de sitio son los responsables de los daños a las estructuras y las pérdidas de vidas y daños económicos, los efectos de sitio, originan daños a las estructuras debido a la amplificación sísmica que genera un incremento en las aceleraciones del terreno, en consecuencia se generan fuerzas de inercia sobre las estructuras que rebasan la resistencia de los elementos estructurales y ocasionan daños severos e incluso el colapso total de la estructura, con respecto al terreno disminuye su resistencia al esfuerzo cortante lo cual origina agrietamientos, licuación de arenas, asentamientos, inestabilidad de taludes naturales. Se ha establecido una relación directa entre la velocidad de las ondas de corte y la severidad de los daños a las estructuras, a menor velocidad de las ondas sísmicas de corte mayor es la severidad del movimiento sísmico en el terreno y en consecuencia los daños a las estructuras y a la infraestructura urbana. La clasificación de zonas se ha establecido en varios y modernos códigos de construcción en el mundo Euro código 8, en Europa, y el international Building Code (ICC 2012 en E.U.A, el principal parámetro usado como referencia para la clasificación de zonas es la velocidad promedio pesado de la onda sísmica de corte en los estratos en los últimos 30 metros del terreno. Clasificación de sitios para respuesta sísmica Tipo sitio Tipo material Velocidad m/sA ROCA SANA Vs > 1500B ROCA 760 < Vs < 1500C Gravas y arenas compactas Rocas blandas 360 < Vs < 760D Arenas medianamente compactas, arcillas rígidas 180 < Vs < 360E Arenas sueltas, arcillas blandas 180 < Vs

SIS-3

VARIACIÓN DEL PERIODO DEL SUELO Y LA AMPLIFICACIÓN DINÁMICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Hernández Estrada Andrés Felipe y Ordaz Schroeder Mario
Instituto de Ingeniería, UNAM
 ahernandez@iingen.unam.mx

En este trabajo se comprobó que existe una variación del periodo dominante del suelo (Ts) y de la amplificación dinámica del terreno en la ciudad de México a lo largo del tiempo. Se emplearon registros de aceleración en estaciones ubicadas en diferentes sitios de la ciudad, en el lapso de tiempo comprendido entre 1985 y 2014. Para ello, se utilizó la técnica de cocientes espectrales con la cual se pudo verificar que para algunos sitios en la zona de lago, la variación de Ts es claramente apreciable mientras que para otros no hay ningún cambio. La zona que mayor variación presenta se encuentra dentro del circuito interior y en sus inmediaciones. La tendencia de los resultados indica que la reducción de Ts continuará con el paso de los años. Las estaciones que se encuentran en la zona de transición exhiben un comportamiento del periodo del suelo y de las amplificaciones dinámicas del terreno muy estable con una tendencia a permanecer constante con el paso del tiempo. La zona de lago presenta en mayor o menor medida una dispersión de las amplificaciones dinámicas del terreno, existiendo en la zona de lago profundo (Ts > 4s) una mayor inestabilidad en los resultados.

SIS-4

ESTUDIO DE LA SISMICIDAD DEL VOLCÁN CEBORUCO, NOROESTE DE MÉXICO

Rodríguez Ayala Norma Angélica, Núñez Cornú Francisco Javier, Escudero Ayala Christian René, Zamora Camacho Araceli y Gómez Hernández Adán
Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
 odilh7@gmail.com

El volcán Ceboruco se encuentra en el estado de Nayarit, es un estratovolcán activo que se localiza (104°30'31.25"W, 21° 7'28.35"N, 2280msnm); al noroeste de México formando parte del Eje Neovolcánico, Nelson, (1986) reporta que su actividad durante los últimos 1000 años se ha promediado a erupciones cada 125 años aproximadamente, teniendo la última erupción en 1870, actualmente presenta actividad fumarólica. En los últimos 20 años ha habido un incremento en la población y las actividades socioeconómicas alrededor del volcán (Suárez Plascencia, 2013); motivo por lo cual el estudio del Ceboruco se ha convertido en una necesidad en varios aspectos. Investigaciones recientes de la sismicidad (Rodríguez Uribe et al., 2013) han clasificado a los sismos del Ceboruco en cuatro familias tomando en consideración la forma de onda y sus características espectrales. En este trabajo presentamos el análisis de 57 días de sismicidad comprendidos de marzo a octubre de 2012, en el periodo localizamos 97 eventos con arribos de las ondas P y S claras, registrados en al menos tres estaciones, de tres componentes de la red temporal del volcán Ceboruco.

SIS-5

EVALUACIÓN BAYESIANA DE PRONÓSTICOS SÍSMICOS DE SEMIPERIODICIDAD

Nava Pichardo Fidencio Alejandro¹, Quinteros Claudia², Glowacka Ewa² y Frez José²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
 fnava@cicese.mx

Entre los métodos de pronóstico sísmico la búsqueda de semiperiodicidad en la ocurrencia de grandes sismos en una región sismogénica juega un papel importante. Cuando, a la luz de la ocurrencia de un nuevo sismo, se considera un pronóstico basado en la identificación de secuencias semiperiódicas, el formalismo Bayesiano es una herramienta útil para a) evaluar qué tan bien el nuevo sismo satisface el pronóstico, b) reevaluar la probabilidad de la secuencia semiperiódica y c) probar otras estimaciones previas de dicha probabilidad. La comparación de las estimaciones Bayesianas con estimaciones de probabilidad de secuencia actualizadas tras el nuevo sismo, que incorporan datos no incluidos en las estimaciones previas, muestra extremadamente buena concordancia que indica que a) la probabilidad de no aleatoriedad de una secuencia es una estimación correcta de la probabilidad previa de semiperiodicidad, b) el formalismo Bayesiano estima muy bien las nuevas probabilidades de semiperiodicidad, usando menos datos que los usados para las estimaciones actualizadas. Son presentados resultados acerca del pronóstico para Parkfield y de otros pronósticos para Japón y Venezuela.

SIS-6

ASPECTOS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS RÉPLICAS DEL SISMO DEL MW 7.2 EL MAYOR-CUCAPAH, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, DEL 4 DE ABRIL DEL 2010

Frez José¹, Nava Pichardo Fidencio Alejandro², Munguía Orozco Luis², Acosta José², Carlos Jaime² y García Rosalía²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
 jofrez@cicese.mx

Las réplicas del sismo El Mayor-Cucapah fueron registradas por una red local y tres redes regionales que tienen estaciones ubicadas a distancias locales. Resultados preliminares fueron presentados en las dos reuniones anteriores de la UGM; esta presentación contiene un análisis más detallado y una base de datos mayor que la utilizada anteriormente. Para su descripción, los epicentros son divididos en siete segmentos. De norte a sur, el segmento MNW2 (alrededor del límite internacional) presenta complejidad por su interacción con las preexistentes alineaciones regionales vecinas; una de ellas, perpendicular a la dirección general de las réplicas y dirigida hacia el SW, es claramente mostrada en el extremo N de MNW2. La siguiente, MNW1, presenta poca actividad de réplicas, rumbo N45°W y echado de 63° hacia el NE. El segmento MC (Falla Pescadores, inmediatamente al N del epicentro del sismo principal) tiene rumbo cercano a N45°W e intersecta con dos alineaciones NS que coinciden con la localización de la actividad premonitorea ocurrida horas antes del sismo principal; sus mecanismos focales son de rumbo izquierdo. El perfil transversal de MC es esencialmente vertical sin echado discernible. El segmento MSE1, con acimut ~N50°W, corresponde a la Falla Indiviso y tiene echado de ~61°SW El segmento MSE2 no es cubierto adecuadamente por la red local aunque los epicentros sugieren alineación hacia el SW; sin embargo, las determinaciones hipocentrales de RESNOM para réplicas ocurridas posteriormente a mayo del 2010 muestran claramente la existencia de actividad en esa dirección. En general, los resultados mencionados (acimut y echado) son compatibles con los

resultados de los análisis de datos geodésicos de Wei et al (2011) y González-Ortega (2014).

SIS-7

MONITOREO DE LA SISMICIDAD ASOCIADA AL GRABEN DE PUEBLA Y AL VOLCÁN LA MALINCHE MEDIANTE LA RED SISMOLÓGICA DEL ESTADO DE TLAXCALA RESET

Angulo Joel, Lermo Javier, Antayhua Yanet, Martínez José, Valseca Rolando y Carballo Daniel
Instituto de Ingeniería, UNAM
 janguloc@iingen.unam.mx

La sismicidad del estado de Tlaxcala, se asocia en gran medida al Graben de Puebla mismo que ha dado origen al volcán La Malinche, cuya orientación de los mecanismos focales es principalmente en dirección E-O coincidiendo con el rumbo de este sistema de fallas. Estas características sismotectónicas han dado origen al mapa de Zonificación Sísmica para el estado de Tlaxcala, que consta de 3 zonas sísmicas, donde la Zona 1 (de mayor peligro debido a la ocurrencia en número de sismos) se ubican las ciudades económicamente más importantes y con importante densidad poblacional. Con el fin de contar con una mejor precisión en la localización de ésta sismicidad y ante la necesidad de aportar investigación para la mitigación del riesgo sísmico, se propuso en el año 2012 colocar la Red Sismológica del Estado de Tlaxcala (RESET), que oficialmente cuenta con seis sismógrafos de banda ancha, cuya cobertura se enfoca en la Zona 1 de mayor peligrosidad. En esta red la estación "TX06 – Malinche" ubicada sobre el volcán, juega un papel importante ya que se han registrado y localizado 15 sismos volcanotectónicos, con magnitudes M_d entre 1.0 y 2.5. De lo anterior se manifiesta la necesidad de colocar cuatro estaciones de banda ancha más, cuyo objetivo es el monitoreo y caracterización de la sismicidad presente en el volcán La Malinche.

SIS-8

A PRELIMINARY STUDY OF PAPANOA, GUERRERO EARTHQUAKE OF 18 APRIL, 2014 (MW7.2)

Seismology Group UNAM
 Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 krishna@yahoo.com

Papanao earthquake broke the plate interface NW of the Guerrero seismic gap. In this region, previous large earthquakes occurred in 1943 (M_s 7.4), 1979 (M_w 7.4) and 1985 (M_w 7.5). The earthquake was recorded in the near-source region by several accelerographs. Severe damage was reported in Papanao ($PGA > 0.9$ g at a soft site) and other nearby coastal towns. It was strongly felt in Mexico City where the ground motions were comparable to those recorded during the 1979 and 1985 events. A careful analysis of the near-source data, including P-wave polarization, yields an epicenter at $17.375^\circ N$, $101.055^\circ W$, on the coast, near Papanao. Effective ground motion duration at near-source coastal stations to the NW of the epicenter is 10-15s, while it is 20-35s to the SE, demonstrating rupture directivity towards Zihuatanejo. Three (in some cases only two) bursts of high-frequency radiation are visible in the accelerograms. An examination of the near-field records shows that slip was small during initial 2-3s of rupture which, subsequently, cascaded in 3 larger subevents. The first subevent was located near the hypocenter and the second was located roughly 10 km NW of the first towards Petatlán. The third subevent occurred between Petatlán and Zihuatanejo. This agrees with the observed static horizontal displacement at Zihuatanejo of ~10 cm but negligible in the opposite direction at Tecpan. This is also in accordance with the slip distribution obtained from joint inversion of teleseismic and near-source data (Hjörleifsdóttir et al., this meeting), and inversions using teleseismic data alone (e.g., C. Mendoza, personal communication, 2014) if error in the teleseismic location is taken into account. Aftershocks ($M \geq 3.5$), which occurred in the next 36 hours, define a ~50 km x 50 km area, oriented ~N30°E, situated between Papanao and Zihuatanejo, enclosing the inverted slip region. About 40% of the area lies onshore. Aftershocks suggest that the rupture reached inland but did not extend more than 30 km down dip from the hypocenter. This is consistent with the inverted slip distribution. The earthquake was followed by two moderately large events, which occurred on 8 May (M_w 6.4) and 10 May (M_w 6.1). Their epicenters fall near Tecpan, in the NW Guerrero seismic gap, well outside the aftershock area of the Papanao earthquake. No large earthquake has occurred in this part of the gap since the events of 1899 (M_s 7.5) and 1911 (M_s 7.6). The seismicity in the region (at M_w 2.5 level) appears normal. A few earthquakes of unusually large duration and deficient high-frequency radiation have been identified near the trench and the occurrence of large silent earthquakes down dip has also been well documented. As we only know the slip area of the 2014 earthquake but not those of the 1943 and 1979 earthquakes, it is not known if the same segment of the plate interface broke during the 3 events. If different asperities were involved, then the seismogenic zone in this segment may be, relatively, wide.

SIS-9

INVESTIGACION DE LOS SISMOS DE CHIHUAHUA

González Huizar Hector¹, Velasco Aaron¹ y Dena Ornelas Oscar Sotero²

¹University of Texas at El Paso

²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ
 hecortorg@miners.utep.edu

A partir de Agosto del 2013 un enjambre de sismos se ha presentado en el estado de Chihuahua. En poco menos de un año mas 200 sismos de magnitud mayor a 3 han ocurrido al sur de la capital del Estado, incluyendo un sismo de magnitud 5.4 el 21 de Septiembre del 2013. En coordinación, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad de Texas en El Paso y la Coordinación de Protección Civil del Estado de Chihuahua, desplegaron una red sísmica temporal alrededor de la zona del enjambre sísmico para su estudio. Aquí se presentaran resultados de este estudio. Resultados preliminares sugieren la posible influencia de cuerpos magmáticos en la sismicidad, así como las influencia de las fuerzas relacionadas al Rio Grande Rift.

SIS-10

INVERSIÓN DE LA FORMA DE ONDA COMPLETA USANDO EL MÉTODO DEL ADJUNTO PARA LA INVERSIÓN DE LA CINEMÁTICA DE LA RUPTURA SÍSMICA

Tago Pacheco Josue¹, Metivier Ludovic², Brossier Romain² y Virieux Jean²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Université Joseph Fourier
 josue.tago@gmail.com

La extracción de la información contenida en sismogramas para una mejor descripción de la estructura de la Tierra y de su evolución, está comunmente basada en atributos seleccionados de estas señales como tiempos de arribo, amplitudes o energía. Diferentes técnicas de inversión han sido propuestas, desde optimización linealizada hasta métodos de búsqueda global. La inversión de la forma de onda completa basada en el método del adjunto, para estimar los operadores de gradiente y Hessiano, ha sido reconocida como una técnica de inversión de alta resolución para propósitos de exploración geofísica. La mayoría de las inversiones de la cinemática de la ruptura sísmica están todavía basadas en la estimación de las derivadas de Frechet para el cómputo del gradiente requerido en optimización linealizada. Uno puede preguntarse cual sería el beneficio de la formulación adjunta que evita la estimación de estas derivadas y permite el cálculo directo del gradiente. Recientemente, Somala et al. (sometido) detallaron el método del adjunto para la inversión de la cinemática de la ruptura partiendo de la ecuación de onda de segundo orden en un medio 3D. Ellos usaron un método de gradiente conjugado para el procedimiento de optimización. En este trabajo se explora una formulación del adjunto similar, a partir de las ecuaciones de onda de primer orden utilizando diferentes esquemas de optimización. Para la inversión de la cinemática de la ruptura, el espacio de parámetros es la historia espacio-temporal de la velocidad de deslizamiento sobre la falla. Los sismogramas que se obtienen de una simulación de ruptura dinámica están linealmente ligados a esta distribución de la velocidad de deslizamiento. Por lo tanto, se propone un procedimiento sistemático simple basado en la formulación Lagrangiana del método del adjunto con el problema lineal de la cinemática de los sismos. Se desarrolló tanto la estimación del gradiente usando la formulación adjunta, como la influencia del Hessiano usando la formulación adjunta de segundo orden (Metivier et al, 2013, 2014). Como la cinemática de la fuente es un problema lineal y el problema de minimización es cuadrático, entonces basta con resolver una sola vez las ecuaciones de Newton para obtener la historia espacio-temporal de la velocidad del deslizamiento. Esta solución se calcula sin la construcción explícita del Hessiano utilizando el procedimiento del adjunto de segundo orden. Más aún, la estimación formal de las incertidumbres sobre la distribución de velocidad del deslizamiento sobre la falla podrían ser deducidas analizando el Hessiano. En ejemplos sintéticos simples, utilizando la ruptura cinemática antiplana en un medio 2D, se ilustran las propiedades de los kernels de sensibilidad para diferentes configuraciones de receptores y la convergencia de algoritmos como gradiente conjugado, quasi-Newton y Newton (ver el software libre disponible en <http://www-ljk.imag.fr/membres/Ludovic.Metivier>). Esta estrategia nos permitirá concluir sobre de la configuración de la adquisición requerida para una reconstrucción exitosa de la cinemática de la ruptura sísmica.

SIS-11

THE CENTER OF CURVATURE OF EXPANDING WAVE FRONTS AND THE GEOMETRICAL SPREADING IN LAYERED MEDIA WITH DEPTH DEPENDENT VELOCITIES

Madrid Juan Antonio
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 juaneu@cicese.mx

it is shown that including the center of curvature in the analysis of expanding wave fronts makes possible the determination of the parallel and perpendicular radii of curvature of a wave front in plane layered media with constant gradients. Since the parallel and the perpendicular radii of an expanding wave front lie along the same

line and end at the same point on the central ray, they share all ray quantities, such as the travel time, the slownesses, and their derivatives of any order, either along the ray or along a boundary, in particular, they share the focusing factor |||||

SIS-12

ANÁLISIS DE ONDAS CODA EN EL BLOQUE DE JALISCO

García Nathalie, Escudero Ayala Christian René y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
nagami0411@hotmail.com

Las Ondas Coda son una importante parte del sismograma, contienen información de la fuente sísmica, del medio de propagación, de los procesos atenuativos de la litosfera y de la respuesta local de la estructura geológica en la estación de registro. Estas ondas, al igual que otras ondas sísmicas, en su propagación por el interior de la tierra sufren una atenuación de su amplitud debido a las condiciones inelásticas del medio y a la dispersión de sus ondas por las heterogeneidades que atraviesan. El área de estudio se centra en el Bloque de Jalisco, el cual es considerado como una unidad tectónica independiente que se encuentra al occidente de México entre los estados de Jalisco, Colima, Nayarit y parte de Michoacán. Este bloque se encuentra inmerso en dos contextos tectónicos diferentes, la tectónica compresional causada por la subducción de la placa de Rivera bajo la placa de Norteamérica y la actividad extensional de las zonas de graben Tepic-Zacoalco, Chapala y Colima, lo que ha generado algunos de los mayores sismos del país. El estudio tiene como objetivo principal analizar la atenuación de ondas Coda en el Bloque de Jalisco, utilizando datos correspondientes a registros del proyecto Mapping the Rivera Subduction Zone (MARS) y de la Red Sismológica y Acelerométrica Telemétrica de Jalisco (RESAJ). La atenuación de la onda Coda se evalúa por medio del método de Dispersión Simple propuesto por Aki y Chouet (1975) para distintas bandas de frecuencias. Finalmente, los resultados obtenidos de la evaluación de la atenuación de la onda Coda se asocia con las características geológicas de la región.

SIS-13

REGISTRO SINTÉTICO EN LA REFINERÍA MIGUEL HIDALGO, HIDALGO, DE UN SISMO HIPOTÉTICO ORIGINADO EN EL GRABEN DE ACAMBAY POR MEDIO DE RUIDO AMBIENTAL

Valderrama Membrillo Sergio, Aguirre González Jorge y Robles Mendoza Alejandra
Instituto de Ingeniería, UNAM
cheko09@comunidad.unam.mx

El presente trabajo busca obtener el sismograma sintético que tendría lugar en la refinería Miguel Hidalgo en el estado de Hidalgo de un sismo hipotético proveniente del graben de Acambay con características de ruptura similares a las que se presentaron en el sismo de 1912 y el cuál tuvo una magnitud de 6.9. Para tal objetivo se siguió la metodología de Denolle et al. (2013). Primero se obtuvo el tensor de Green, para lo cual se hicieron correlaciones cruzadas entre las estaciones temporales de velocidad de Temascalcingo, Estado de México y la estación de la refinería Miguel Hidalgo. Ambas estaciones pertenecieron al arreglo temporal instalado por el Instituto de Ingeniería cuyo periodo de grabación fue del 25 de junio al 30 de octubre del 2013. Se correlacionaron 60 días de grabación. El tratamiento para la obtención de cada elemento del tensor de Green fue calculado de la siguiente manera: lectura de la señal, corrección por línea base, filtro pasa bandas, suavizado de bordes, diezmo, normalización one-bite, correlación cruzada y promedio de todos los días de correlación. Para la obtención del tensor de momento sísmico se propusieron las siguientes características de falla: rumbo de 280°, echado de 66° y un ángulo de desplazamiento de -138°, valores que corresponden con la tectónica del graben de Acambay. Posteriormente se calcularon los sismogramas de desplazamiento siguiendo las relaciones matemáticas establecidas por Denolle et al. (2013). Para ello se involucran los tensores antes calculados, además del número de onda de la señal así como de las eigenfunciones para las ondas Love y Rayleigh. De esa manera se pueden obtener los desplazamientos sintéticos para cada componente; radial, transversal y vertical. Para finalizar el trabajo, se calcularon los registros de velocidad y aceleración, y se escaló para un sismo de magnitud 7.

SIS-14

INVERSIÓN DE UN MODELO DE DOS FUENTES PUNTUALES PARA EL SISMO DE MW7.4 DEL 20 DE MARZO DE 2012.

Castro Artola Oscar
Instituto de Geofísica, UNAM
oscar@geofisica.unam.mx

El 20 de marzo de 2012 ocurrió un sismo de Mw=7.4 en las costas de Guerrero y Oaxaca, México. Su magnitud, profundidad, localización y mecanismo focal muestran un sismo típico de subducción. UNAM Seismology Group (2013) usaron registros de movimientos fuertes para invertir la distribución de deslizamientos sobre el plano de falla. Sus resultados muestran una ruptura compleja con dos parches principales, el más grande echado abajo del hipocentro, éste alcanza un deslizamiento de aproximadamente 4 metros, mientras que el segundo es

menor en tamaño y amplitud; ambos parches rompen a diferentes tiempos. Estas observaciones nos motivaron para modelar el evento con dos fuentes puntuales, similar a Zahradník y Sokos (2014). Se trabajó con ISOLA (Sokos y Zahradník, 2008 y 2013) con el fin de encontrar un modelo de dos fuentes puntuales que sean congruentes con los datos, la tectónica y las observaciones mencionadas. Se usaron datos regionales (~130km hasta 500 km) del Servicio Sismológico Nacional (SSN). Los resultados muestran un mecanismo focal muy parecido al obtenido por el GCMT (Global CMT, por sus siglas en inglés) y por el USGS (United States Geological Survey, por sus siglas en inglés) así como la ubicación de las dos fuentes puntuales casi coincide con el centroide de GCMT y el epicentro del SSN; ambas fuentes muestran una complejidad en la fuente parecida a la distribución de deslizamientos.

SIS-15

MODELOS DE DESLIZAMIENTO DE LOS SISMOS DE 18 DE ABRIL (MW 7.2) Y DE 8 DE MAYO (MW 6.4) DEL 2014 EN PETATLÁN GUERRERO, MÉXICO

Martínez López María del Rosario y Mendoza Carlos
Centro de Geociencias, UNAM
rosariomar55@hotmail.com

En este trabajo se presentan los resultados de la inversión cinemática de falla finita de los sismos del 18 de abril y del 8 de mayo del 2014. Se utilizó la metodología propuesta por Hartzell y Heaton (1983) que se basa en una parametrización cinemática de la falla para identificar la distribución del deslizamiento cosísmico que mejor reproduce las formas de onda registradas. En la aplicación del método se identifica un plano de falla con orientación y geometría basada en el mecanismo focal del sismo. Se subdivide la falla en un número específico de celdas y se fija a la profundidad correspondiente del hipocentro. Se invirtieron ondas P y SH de datos registrados a distancias telesísmicas. Se utilizaron registros de banda ancha en desplazamiento. Para ambos eventos se utilizó la geometría de la falla reportada por el GCMT de 304°, 21°, 99° para el evento del 18 de abril y de 289°, 21°, 83° para el evento del 8 de mayo. Se utilizó una velocidad de ruptura de 2.6 km/s. En el sismo del 18 de abril se utilizaron dimensiones de 100 x 100 km, cinco ventanas de tiempo con un 1 s cada una, permitiendo un rise time de hasta 5 s. Se invirtió una longitud de registro de 70 s. Para el sismo del 8 de mayo se utilizaron dimensiones de 48 x 48 km, tres ventanas de tiempo con un 1s cada una, permitiendo un rise time total de 3 s. Se invirtió una longitud de registro de 65s. Para el sismo del 18 de abril se calculó un Momento Sísmico de 6.8e26 dinas-cm (Mw 7.2), un deslizamiento máximo de 263 cm y un área de 60x50 km. En este evento se observan dos zonas de máximo deslizamiento. Para el evento del 8 de mayo se calculó un Momento Sísmico de 5.1e25 dinas-cm (Mw 6.4), un deslizamiento máximo de 110 cm y una área de 20x16 km. El modelo de este evento muestra que fue una ruptura simple. Estos eventos ocurrieron en los límites del segmento de Michoacán en la zona de contacto entre las placas de Cocos y de Norteamérica. En esta región se registro el sismo del 14 de marzo de 1979 y el sismo del 22 de febrero de 1943 ambos sismos de magnitud 7.4.

SIS-16

INVERSIÓN CONJUNTA DE CURVAS DE DISPERSIÓN Y FUNCIONES RECEPTOR PARA EL MODELADO DE ESTRUCTURA CORTICAL EN EL ORIENTE DE MÉXICO Y EL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Córdoba Montiel Francisco¹, Iglesias Mendoza Arturo²,
Singh Shri Krishna³, Pérez-Campos Xyoli¹ y Melgar Diego³
¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Scripps Institution of Oceanography
fcordoba@uv.mx

En este trabajo se presenta una propuesta para la inversión conjunta de curvas de dispersión de ondas superficiales de Rayleigh determinadas a partir de una tomografía sísmica de alta resolución y las funciones receptor calculadas para el arreglo temporal de banda ancha VEOX (Veracruz-Oaxaca), ubicado a lo largo del Istmo de Tehuantepec. El problema inverso para la determinación de modelos de estructura cortical se resuelve conjuntamente utilizando el método de inversión de búsqueda global simulated annealing (simulación recristalizada), en el cual el cálculo reiterado del problema directo para obtener las curvas sintéticas que se comparan con las observadas para ambas técnicas se realiza por separado hasta tener el mejor ajuste de acuerdo con un parámetro de control que determina el peso que se le asigna a las curvas de dispersión con respecto a las funciones receptor. Para la determinación de modelos de estructura de velocidades en el oriente de México y el Istmo de Tehuantepec, se eligieron tres puntos geográficos a lo largo del referido transecto (en los extremos y al centro), de manera que se pudieran determinar modelos significativos de la estructura cortical de la región con el uso de funciones receptor y las curvas de dispersión. De acuerdo con las imágenes tomográficas empleadas, una de las zonas que reviste un interés particular corresponde al sur de Veracruz, donde se observa una anomalía de baja velocidad que abarca entre otros rasgos geológicos, al Campo Volcánico de Los Tuxtlas, por lo que se utilizaron funciones receptor de algunas estaciones que se ubicaron en esta área para el modelado. En la zona límite entre los estados de Veracruz y Oaxaca, se emplearon las funciones receptor de la estación

CUAU del arreglo VEOX que se localizó aproximadamente a la mitad del transecto. De la tomografía sísmica se observó que este sitio se localiza en una zona de transición con alguna posible influencia de la anomalía de baja velocidad antes mencionada. En lo que respecta a la zona cercana al océano Pacífico, se eligió a la estación ELME para la determinación de modelos de estructura de velocidades. A diferencia de la estación CUAU y del grupo de estaciones que se localizaron en la zona de Los Tuxtlas, la estación ELME estuvo instalada fuera de la zona de baja velocidad que se mencionó anteriormente, por lo que el modelado de estructura de velocidades arrojó diferencias importantes con respecto a los dos puntos anteriores. La determinación de modelos de estructura de velocidades a partir de la inversión conjunta de las curvas de dispersión y las funciones receptor del arreglo VEOX contribuyó a obtener una mejor comprensión de la complicada geología en el oriente de México (particularmente el sur de Veracruz) y el Istmo de Tehuantepec. Cabe destacar que las restricciones que impone mutuamente el método de inversión conjunta implementado favorece la obtención de modelos consistentes con los datos observados y otros estudios, permitiendo tener un mayor detalle en los modelos de estructura de corteza resultantes al considerar ambas técnicas en su determinación.

SIS-17

ANÁLISIS DETALLADO DE LA ANOMALÍA DE VELOCIDAD DEL SUR DE LOS TUXTLAS, VER.

Iglesias Mendoza Arturo¹ y Córdoba Montiel Francisco²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
arturo@geofisica.unam.mx

Recientes estudios de tomografía de ondas superficiales muestran una notoria anomalía de baja velocidad (> -15%) justamente al sur de lo que se ha delimitado como el campo volcánico de Los Tuxtlas, Ver. Estos trabajos muestran que la anomalía tiene una extensión de ~100km de radio y es presente en los mapas tomográficos de velocidad de grupo para períodos entre 5 y 10s. La incertidumbre asociada a la inversión tomográfica motivó la realización del presente trabajo. Utilizando datos del experimento VEOX (más de 40 estaciones desplegadas a lo largo del Istmo de Tehuantepec) y a través del método de interferometría de ruido sísmico se llevó a cabo un análisis detallado de la anomalía mencionada. El análisis realizado permite tener datos concluyentes de la extensión y posición de dicha anomalía.

SIS-18

ANISOTROPÍA SÍSMICA Y FLUJO DEL MANTO PRODUCIDOS POR LA PLACA DE COCOS SUBDUCIDA EN EL SUR DE MÉXICO

Bernal López Leslie Alejandra¹, León Soto Gerardo¹,
Valenzuela Wong Raúl² y Núñez Cornú Francisco Javier²¹Universidad de Guadalajara²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
bernal.leslie1@gmail.com

Se presentan los resultados de anisotropía sísmica de birrefringencia en el centro y sur de México usando datos registrados por el Experimento Meso-Americano de Subducción (MASE), el cual operó entre 2005 y 2007 [Pérez-Campos et al., 2008]. Estas nuevas mediciones se suman a otras obtenidas previamente usando también datos de MASE [Rojo Garibaldi, 2011; Rojo Garibaldi et al., 2011]. Los parámetros de anisotropía (dirección de polarización rápida y tiempo de retraso) se estiman por el método de Silver y Chan [1991] a partir de las fases SKS y SKKS de eventos telesísmicos a distancias epicentrales mayores a 85°. Más de 700 pares fuente-receptor fueron registrados. Al sur del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), los resultados muestran un claro patrón de direcciones de polarización rápida en dirección NE-SO y son perpendiculares a la Fosa Mesoamericana. Dichas orientaciones son consistentes con mediciones previas realizadas usando datos del Servicio Sismológico Nacional donde la placa de Cocos subduce subhorizontalmente [Pérez-Campos et al., 2008] por debajo de los estados de Guerrero y Oaxaca [Ponce Cortés, 2012; Van Benthem et al., 2013]. Estas orientaciones pueden ser explicadas ya que la placa de Cocos arrastra el manto que tiene por debajo y lo hace fluir (entrained flow). Sin embargo, las mediciones realizadas con datos SKS de MASE revelan una dirección de polarización rápida distinta a las obtenidas con SKKS. Específicamente, los ejes rápidos medidos usando ondas SKS y estaciones dentro del CVM y más al norte se orientan aproximadamente en dirección N-S. La placa de Cocos se inclina abruptamente por debajo del CVM y su buzamiento llega a los 75° [Pérez-Campos et al., 2008]. Dada la distribución acimutal de los eventos analizados en sus diferentes fases (SKS o SKKS), los ejes rápidos sugieren direcciones distintas del flujo del manto en el ante-arco (al sur del CVM) y el tras-arco o cuña del manto (al norte del CVM). Se propone que estas diferencias son controladas por el retroceso de la placa de Cocos (slab rollback).

SIS-19

ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD EN EL CÁLCULO DEL MOMENTO SÍSMICO ESCALAR DEBIDO A UN ERROR EN LA LOCALIZACIÓN EPICENTRAL

Rodríguez Cardozo Felix Rodrigo¹, Hjörleifsdóttir
Vala¹, Franco Sara Ivonne² y Iglesias Mendoza Arturo²¹Instituto de Geofísica, UNAM²Servicio Sismológico Nacional, UNAM
frodriquezcardozo@gmail.com

En el Servicio Sismológico Nacional (SSN) se estima automáticamente el tensor de momento sísmico de eventos en el territorio Mexicano, utilizando formas de ondas regionales. El algoritmo utilizado (Fukuyama 2000, Dreger et al 1993) toma un epicentro considerado como "correcto" y a partir de éste realiza una búsqueda de estaciones alrededor del evento, en un área delimitada por la magnitud del sismo. Posteriormente, toma todas las posibles combinaciones de tres estaciones dentro de las encontradas, arrojando como solución, el momento sísmico escalar (MSE) que corresponda con la menor reducción de la varianza (RV) obtenida con alguna combinación de estaciones. Sin embargo, la solución que arroja el algoritmo depende de qué tan correcta sea la localización epicentral que se le da a éste. Para evaluar cualitativamente el efecto de un posible error en la localización, modificamos el epicentro del evento en pasos de +/- 5 km tanto en dirección N-S como E-W, hasta en total +/- 25 km. Luego, ejecutamos el algoritmo utilizando los epicentros modificados, obteniendo un valor de MSE y RV para cada uno de ellos. El algoritmo fue aplicado a 25 eventos a lo largo del territorio mexicano y se observó que la mayor sensibilidad en el cálculo del MSE y la RV frente a las variaciones epicentrales introducidas, se da en los sismos registrados al norte de México (Chihuahua), donde existen pocas estaciones disponibles. Por el contrario, en regiones donde existe una mayor cantidad de estaciones (Guerrero), las soluciones obtenidas por el SSN son estables frente a variaciones del epicentro. Tales variaciones, pueden interpretarse para evaluar la localización inicial dada por el SSN, considerándose como correctas, aquellas donde la variación de la RV y del MSE son mínimas alrededor del epicentro (+/- 10km).

SIS-20

COMPARACIÓN CUANTITATIVA DE MODELOS EXISTENTES PARA PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN EL TERRITORIO MEXICANO

Flores Ibarra Ketzallina¹, Hjörleifsdóttir Vala² y Cruz-Atienza Víctor M.²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM
ketzallinaflores@gmail.com

México es un país con alta actividad sísmica, lo cual genera un riesgo para la población. Para poder predecir el comportamiento de las ondas sísmicas en el territorio es necesario conocer las velocidades de las ondas dentro de la Tierra. Existen varios modelos de la velocidad de ondas sísmicas, algunos enfocados en áreas específicas del país y otros del país entero. Sin embargo, no se conoce el grado en que los modelos logran predecir el comportamiento de las ondas. En este estudio nos enfocamos en el modelo de manto S362ANI (Kustowski et al. 2008) junto con el modelo de la corteza Crust 2.0 (Bassin et al. 1999). Calculamos los sismogramas sintéticos usando un método de elementos espectrales (SPECFEM3D_GLOBE), que usa parámetros de la fuente de sismos reales tales como su localización, duración y tensor de momento. Subsecuentemente comparamos los sismogramas sintéticos y con sismogramas observados para poder evaluar el modelo. Usamos una técnica de ventaneo múltiple para cuantificar la diferencia entre las tres componentes de los sismogramas sintéticos y observados en términos de una función de transferencia. Este método es llamado ventaneo múltiple (Thompson, 1982), que usa una técnica de medida de diferencias basado en un "prolate spheroidal eigentapers" (Slepian, 1978). La función de transferencia nos proporciona el desfase y cociente de amplitud entre los sismogramas sintéticos y observados en función de frecuencia. Al fin identificamos rangos de frecuencias y zonas del territorio mexicano donde los sismogramas sintéticos ajusten mejor a sismogramas observados. A partir de los resultados, estudios futuros que utilicen el modelo en México conocerán la calidad de predicción del modelo.

SIS-21

CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE SÍSMICA INVOLUCRADA EN LA GENERACIÓN DE LOS EVENTOS HB, LP Y DRUMBEATS, REGISTRADOS EN EL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA ENTRE EL 1 Y EL 21 DE NOVIEMBRE DE 2008

Trujillo Castrillón Nancy y Valdés González Carlos M.
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
nancytrujilloc@yahoo.com

En el periodo comprendido entre el 2 y 21 de noviembre de 2008, se registró un importante número de eventos asociados a la dinámica de fluidos, los cuales fueron

clasificados como Híbridos (HB), Largo Periodo (LP), y drumbeats. Estos eventos que precedieron la erupción freática del 21 de noviembre, se caracterizaron por ser eventos altamente repetitivos, con formas de onda y anchos de banda que presentaban características similares. Este hecho hizo suponer la posibilidad de que este tipo de sismicidad compartiera la misma fuente sísmica. Por tal razón, Cardona et al. (2009), determinaron la existencia de dos posibles familias sísmicas, una para la sismicidad HB y LP, registrada entre el 9 y el 21 de noviembre, y la otra para la sismicidad tipo drumbeat registrada entre el 20 y el 21. Retomando este trabajo y aplicando las técnicas de: Transformada de Hilbert para la caracterización inicial de las señales sísmicas, correlación cruzada para establecer el grado de similitud entre eventos sísmicos y así poder establecer posibles familias y Stack o apilamiento de señales para reducir los niveles de ruido y a la vez resaltar las características principales de las señales sísmicas propias de cada una de las familias previamente establecidas, se obtuvieron resultados como: ~ 8000 eventos que presentaron coeficientes de correlación > 0.9 y la posible existencia de 5 familias sísmicas, que fueron localizadas en el sector SE del edificio volcánico. Al hacer un análisis detallado de la señales sísmicas obtenidas a través del stack, se concluye la existencia de tres familias sísmicas, la primera de ellas para la sismicidad registrada entre el 4 y el 18 de noviembre, la segunda para la sismicidad registrada entre el 14 y el 21 y efectivamente una familia correspondería a la sismicidad tipo drumbeat. De lo anterior, se dedujo la existencia de tres fuentes sísmicas una para los eventos HB y LP y otra para los drumbeats. Las dos primeras fuentes pueden tener mecanismos de origen asociados a fracturamiento frágil que ocurre en zonas de debilidad que interceptan grietas o conductos volcánicos en los que se produce el fenómeno de resonancia acústica, y la fuente asociada con la sismicidad tipo drumbeat, puede ser producida exclusivamente por la resonancia acústica dentro de los conductos volcánicos.

SIS-22

ESTUDIO DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE COLIMA Y JALISCO, MÉXICO.

García Montes Luis Matilde, Garduño Monroy Víctor
Hugo, Ostrooumov Mikhail y Tenorio García Felipe
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
zarahuate@hotmail.com

A partir de los grandes tsunamis que se han presentado en diferentes regiones costeras del planeta, es importante reconocer el gran poder destructivo de estos fenómenos naturales en las comunidades costeras que presentan cierta vulnerabilidad a este tipo de fenómenos. Devastadores eventos que han ocurrido, por mencionar algunos están el tsunami ocurrido en el Océano Índico en Diciembre del 2004; posteriores a este se tiene el ocurrido en Chile del 2010 y el de Tohoku, en Japón del 2011; así mismo, anteriores a estos se tiene el registro del tsunami del 22 de Junio de 1932 en las costas de Colima y Jalisco y el tsunami ocurrido el 9 de Octubre de 1995 en las mismas costas. Estos eventos han evidenciado la necesidad de conocer sus características, causas, y antecedentes, así como los niveles de vulnerabilidad de las comunidades que se presentan en las zonas costeras que tienen el riesgo de presenciar un tsunami. El presente trabajo se basa en el estudio paleo-ambiental a través del análisis de distintos próximos que incluyen la sedimentología, mineralogía, geoquímica, preservación y dominancia de diatomeas, gasterópodos y bivalvos en el contexto paleo-sismológico, para observar eventos tsunamigenéticos que se encuentran preservados en los registros sedimentarios que han dejado los antiguos eventos sísmicos de gran magnitud y sus posibles tsunamis. Esto se basa en evidencias ambientales de cambios del nivel del mar de la costa, generados por sismos (paleosismos), y tsunamis prehistóricos (paleotsunamis), identificables en los lugares afectados; conservando cambios abruptos de ambientes terrestres a marinos y viceversa. Los registros sedimentarios, en estos casos proporcionan información valiosa en la evaluación del peligro por sismos y sus posibles tsunamis mediante un enfoque directo de la extracción de seis núcleos mayores de 1 metro de profundidad. Con ellos se analizan los eventos tsunamigenéticos, que han ocurrido en el pasado permitiéndonos conocer el alcance y los periodos de recurrencia espacio-temporal de los tsunamis en las Lagunas de Cuyutlán, La Boquita y Chacala, Colima y en la Laguna Barra de Navidad, Jalisco, mediante los distintos proxy. De este modo, conocer los límites de inundación de grandes paleotsunamis que han afectado las costas de nuestro litoral, se transforma en un requisito fundamental para cualquier estudio de riesgo, donde éstos son un insumo básico al momento de planificar y ordenar el borde costero, gestión vital para la generación de asentamientos humanos sustentables ante este tipo de amenazas naturales presentes en el litoral costero.

SIS-23

ESTUDIO DE DEPÓSITOS DE TSUNAMIS EN LA LAGUNA DE POTOSÍ EN PETATLÁN GUERRERO.

Mejía Angeles Catalina, Garduño Monroy Víctor
Hugo, Mikhail Ostrooumov y Tenorio García Felipe
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
caty173@hotmail.com

El presente trabajo se basa en el estudio paleoambiental a través de análisis de distintos proxys que incluyen la sedimentología, preservación y dominancia de diatomeas en el contexto paleosismológico, para observar eventos de tsunamis

genéticos que se encuentran preservados en los registros sedimentarios que han dejado los antiguos eventos de gran magnitud y sus posibles tsunamis. Ello se basa en evidencias ambientales de cambios del nivel del mar de la costa, generados por sismos y tsunamis prehistóricos identificables en los lugares afectados; conservando cambios abruptos de ambientes terrestres a marinos y viceversa. Los registros sedimentarios, en estos casos proporcionan información valiosa en la evaluación del peligro por sismos y sus posibles tsunamis mediante un enfoque directo de extracción de núcleos. Con ellos se analizan los eventos tsunamigenéticos, que ocurrieron en el pasado permitiéndonos conocer el alcance y los periodos de recurrencia de los tsunamis a través de los registros sedimentarios en la laguna el Potosí, de Petatlán Guerrero, mediante los distintos proxy. El estudio de estos eventos es un insumo básico al momento de planificar y ordenar el borde costero. Estos eventos no suelen repetirse en un mismo lugar con tanta frecuencia es importante tener conocimiento de la ocurrencia de los sismos en el entorno del Océano Pacífico.

SIS-24

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA DOCUMENTACIÓN DE FALLAS CUATERNARIAS EN MÉXICO

Cid Villegas Gonzalo, Mendoza Carlos y López Quiroz Penélope
Centro de Geociencias, UNAM
gcvillegas@geociencias.unam.mx

El presente trabajo muestra los resultados de una recopilación de Fallas Cuaternarias en México mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para el procesamiento digital de georreferenciación y vectorización de las trazas de las fallas se ocuparon los programas: ArcMap, Grass GIS y Quantum GIS. Se utilizaron estos programas debido a la facilidad en el manejo de estos softwares y a la versatilidad que presentan para importar y exportar los archivos, además, en el caso de Grass GIS y Quantum GIS, el hecho de ser softwares libres. La recopilación de Fallas Cuaternarias, corresponde a una documentación de fallamientos geológicos ocurridos dentro de los últimos 2.58 Millones de años, poniendo mayor hincapié en las fallas que demuestran desplazamientos en el Holoceno (últimos 11 700 años). La documentación consistió en identificar Fallas Cuaternarias obtenidas de fuentes como reportes técnicos, artículos científicos, tesis, y mapas geológicos, disponible de fuentes gubernamentales, de instituciones de investigación y universidades. Dentro de esta tarea, se clasificaron las fallas en base a la información disponible que indica el desplazamiento reciente de la falla, en base a: registros sísmicos; sismología histórica; estudios de: paleosismología, geomorfología, geología estructural; medición de GPS. Se hicieron tres disertaciones de fallas que son: Fallas Tipo A: Presentan indicadores contundentes del desplazamiento de la falla en el Holoceno. Fallas Tipo B: Estructuras que posiblemente se hayan desplazado en el Holoceno. Fallas Tipo C: Estructuras del Pleistoceno o presentaron desplazamientos en el Pleistoceno. En la preparación del SIG de documentó el nombre de la falla, tipo de falla, rumbo promedio, inclinación promedio, dirección de la inclinación, Longitud, que evidencia nos indica el desplazamiento de la falla, último evento sísmico, Magnitud del evento, Desplazamiento Máximo, tasa de deslizamiento, Intervalo de recurrencia, Referencia. Dentro del trabajo se identificaron tanto fallas individuales como zonas de fallas obteniendo un total de 155, localizadas principalmente en la Faja Volcánica Transmexicana, y la península de Baja California, se tiene un total de 234 trazas de falla (39 tipo A, 9 tipo B y 186 tipo C) en el catálogo. El objetivo principal de este trabajo fue generar una base de datos de Fallas Cuaternarias, con el fin de identificar fallas activas y potencialmente activas en México. La documentación y actualización de esta información es importante, para poder identificar estructuras geológicas que puedan afectar el peligro sísmico, particularmente en zonas intraplaca en el interior del país.

SIS-25 CARTEL

EL PARAMETRO DE DECAIMIENTO ESPECTRAL KAPPA (?) EN LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Castro Escamilla Raúl Ramón y Ávila Barrientos Lenin
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
raul@cicese.mx

Estimamos el parámetro de decaimiento espectral kappa (?) mediante el análisis de registros sísmicos obtenidos de la Red Sismológica de Banda Ancha del Golfo de California (RESBAN) y de la red NARS-Baja operadas por el CICESE. Este parámetro mide la atenuación de las ondas S y es importante para la evaluación del riesgo sísmico de esta región. Seleccionamos trece sismos someros, con profundidades focales menores de 20 km y magnitudes entre 5.1 y 6.6, con los que calculamos ? y el factor de atenuación cercano a la superficie (?o). Usamos tres diferentes procedimientos para estimar ?o: (1) con mediciones individuales de ? usando el modulo vectorial de las tres componentes espectrales de la aceleración del terreno a diferentes distancias epicentrales y extrapolando a la distancia cero para estimar ?o; (2) con mediciones individuales usando la componente vertical de las amplitudes espectrales; y (3) midiendo la pendiente de decaimiento de las funciones de transferencia del sitio a frecuencias altas, determinadas por medio del cálculo de los cocientes espectrales entre las componentes horizontales y la vertical (método HVSR). Los tres métodos dan resultados similares para la mayoría

de las estaciones. A distancias cortas (50-60 km) τ tiene valores cercanos a 0.04 segundos para la estación NE76, localizada en el centro del arreglo. τ incrementa con la distancia tomando un valor promedio de hasta 0.18 segundos para distancias cercanas a 500 km. τ en la mayoría de los sitios tiene un valor cercano a 0.03 seg, excepto en GUYB (Guaymas) donde tiene un valor de 0.05 seg y en NE83 (Navolato), donde τ = 0.065 seg. Estas estaciones están localizadas en el lado este del Golfo de California. Finalmente, analizamos si τ esta correlacionado con la magnitud y con el azimut, pero no encontramos una clara correlación con ninguno de los dos parámetros. Agradecimientos: Agradecemos el apoyo técnico proporcionado por Antonio Mendoza Camberos y Arturo Pérez Verti.

SIS-26 CARTEL

CORRECTING THE GUTENBERG-RICHTER B-VALUE FOR EFFECTS OF ROUNDING AND NOISE

Márquez Víctor Hugo¹, Nava Pichardo Fidencio Alejandro² y Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
marvh81@gmail.com

The effects of magnitude rounding and of the presence of noise in the rounded magnitudes on the estimation of the Gutenberg-Richter b-value are explored, and ways to correct for these effects are proposed. For typical values, $b \approx 1$ and rounding interval $\Delta M = 0.1$, the rounding error is $\sim -10^{-3}$ and it can be corrected to a negligible $\sim -10^{-5}$. For the same typical values the effect of noise can be larger, depending, of course, on the characteristics of the noise distribution; for normally distributed noise with standard deviation $\sigma = 0.1$ the correct b value may be underestimated by a factor ~ 0.97 .

SIS-27 CARTEL

INTERACCIÓN DE ESFUERZOS ASOCIADOS AL SISMO DE LORCA DEL 11/5/2011 (M5.2) CON BASE EN LA DISTRIBUCIÓN DE DESLIZAMIENTOS SOBRE EL PLANO DE FALLA.

Santoyo García Galiano Miguel Angel¹, Sánchez Sánchez-Pastor Pilar² y Herraiz Sarachaga Miguel³

¹Universidad Complutense de Madrid, España

²Instituto de Geociencias, Universidad Complutense de Madrid, España
masantoyo@pdi.ucm.es

Se estudia la interacción de esfuerzos sísmicos asociados al terremoto de Lorca del 2011, con base en distintas distribuciones de deslizamientos sobre el plano de falla. Primeramente se analiza la influencia de varias series sísmicas recientes y cercanas a la serie del 11/5/2011 (M5.2) sobre la falla de Alhama de Murcia al Sur-este de España. Posteriormente se estudia el posible disparo del sismo principal de la serie del 2011 producido por el sismo precursor, y la consecuente interacción y transferencia de esfuerzos elásticos y poroelásticos sobre las réplicas. Se concluye que el efecto de las series cercanas de Mula 1999, the Bullas 2002 y La Paca 2005 sobre la ruptura de la serie del 2011, es del mismo orden de magnitud que los obtenidos por otros autores y por diferentes causas. La serie de 2011 pudo haber sido inducida tanto por la sobreexplotación de un acuífero cercano como por las series de 2002 y 2005. Usando distribuciones de deslizamientos obtenidas previamente, se muestra que el evento principal del 2011 fue muy probablemente disparado por el sismo precursor, y entre ambos las correspondientes réplicas. Palabras clave: Distribución de deslizamientos, esfuerzos de falla de Coulomb, serie sísmica, Lorca, España.

SIS-28 CARTEL

DEFORMACIÓN COSÍSMICA Y ANTROPOGÉNICA EN EL VALLE DE MEXICALI REGISTRADA EN LOS INSTRUMENTOS DE REDECVAM DURANTE 1996-2009

Glowacka Ewa¹, Reyes Valeria², Sarychikhina Olga¹, Márquez Víctor Hugo^{2y3}, Nava Pichardo Fidencio Alejandro², García Arthur Miguel Angel¹ y Farfan Francisco³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²CICESE

³UNAM

glowacka@cicese.mx

Desde 1996 el CICESE mantiene una red de medidores de deformación, REDECVAM, con la meta principal de estudiar la distribución espacial y temporal de las deformaciones de la corteza en el Valle de Mexicali. En la temporada 1996-2009 se tiene datos de 4 extensómetros y 6 inclinómetros instalados en diferentes sitios y periodos en las fallas tectónicas o muy cerca de ellas. La deformación y sismicidad de la zona está influida por la muy activa tectónica de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico y por la presencia de actividad ingenieril (extracción e inyección de fluidos) en el campo geotérmico Cerro Prieto. Fueron analizados catálogos de sismicidad local (M_L2, con epicentros dentro del rectángulo: 32.1°, 32.7°, -115.4°; -114.9°), usando datos de RESNOM, regionales (M_L5.5 en

el radio $\approx 10^\circ$, y M_L6.5 en el radio $\approx 50^\circ$) y mundiales (M_L7.4) del catálogo de SCSN. El periodo analizado incluye al sismo de M=5.8 de diciembre 30 de 2009. Los resultados del monitoreo permiten ver que la magnitud, la tendencia y la razón de deformación observadas en los instrumentos dependen del sitio donde está instalado el instrumento, dependen también de la magnitud de la subsidencia y de la ocurrencia de sismos locales, de algunos sismos grandes lejanos, de presencia de creep y de eventos de slip episódico. Finalmente, podemos concluir que entre 18% y 100% de la deformación observada en diferentes instrumentos en la zona de estudio es de origen cosísmico, mientras que en los instrumentos instalados en las fallas Saltillo y Cerro Prieto (fallas que limitan la zona de subsidencia) 80% de la deformación es de origen antropogénico.

SIS-29 CARTEL

ANÁLISIS F-K DE LOS REGISTROS OBTENIDOS EN CERRO PRIETO DE SISMOS GENERADOS DURANTE EL ENJAMBRE DE BRAWLEY

Domínguez Bureos Marco Antonio y Ramírez Nájera José Ángel
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticomán
madominguezb@outlook.com

La presentación trata sobre la estimación de la estructura somera de la velocidad de cortante bajo el volcán Cerro Prieto, dentro de la cuenca sedimentaria del valle de Mexicali, utilizando el análisis sísmico de ondas superficiales. Iniciando el 26 de agosto del 2012, operó en torno al volcán Cerro Prieto, en Baja California un arreglo sísmico con 12 estaciones sismológicas de periodo intermedio, la extensión máxima del arreglo fue de aproximadamente 11 kilómetros con el volcán aproximadamente al centro del arreglo. Durante la operación del arreglo aconteció el enjambre de Brawley, zona separada del arreglo aproximadamente 60 km. El sismo principal del enjambre tiene una magnitud M=5.5, el enjambre inició el 25 de agosto de 8:00 am a 16:00 pm. Se obtuvieron 93600 archivos de cuatro horas de monitoreo continuo del componente vertical de movimiento del terreno, con una cadencia de 100 muestras por segundo, de los cuales se utilizaron 130 archivos en el presente estudio. Para identificar los sismos registrados en la base de datos se hizo un análisis paramétrico que permitió asignar valores de STA, LTA y Umbral adecuados para identificar automáticamente los sismos. Utilizando los parámetros STA=5, LTA=20 y un umbral de 2, se identificaron y separaron 367 sismos que tienen magnitudes entre M2 y 5.3. De los 367 sismos identificados se seleccionaron sólo 15 para hacer el análisis de dispersión de ondas superficiales. Con los registros asociados a cada evento se hizo el análisis F-K del conjunto de datos para hacer estimaciones de velocidad de fase del modo fundamental de onda de Rayleigh, así como del acimut reverso. El promedio de las mediciones de velocidad de fase se presenta como una estimación de la curva de dispersión de velocidad de fase del modo fundamental de ondas de Rayleigh en la estructura sedimentaria bajo el arreglo. El modelo de velocidad de cortante obtenido alcanza una profundidad de penetración de aproximadamente 2000 metros con velocidades que van desde los 300 hasta los 2000 m/s.

SIS-30 CARTEL

CARTOGRAFÍA DE FALLAS CUATERNARIAS Y SISMICIDAD RECIENTE EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO —RESULTADOS PRELIMINARES

Mendoza Borunda Ramón, Castro Escamilla Raúl Ramón y Suárez-Vidal Francisco
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
rmendoza@cicese.mx

Desde agosto de 2013 a la fecha, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) ha reportado un incremento de la sismicidad en el estado de Chihuahua, donde han ocurrido más de 200 sismos. Esta actividad intraplaca, aunque es un fenómeno conocido, no deja de llamar la atención, particularmente entre diversos sectores de la población y el sector gubernamental encargado de la protección civil estatal. Con la finalidad de evaluar la naturaleza de la sismicidad reciente en esta región, analizamos los catálogos de hipocentros reportados por el SSN y por el Servicio Geológico Americano (USGS) en los últimos cinco años (2010-2014), y cartografiamos las fallas cuaternarias cercanas a las zonas epicentrales de Chihuahua. Identificamos cuatro grupos de sismos: uno con epicentros distribuidos principalmente en el flanco este de la Sierra Madre Occidental; un segundo grupo con epicentros al noroeste de Parral, en la zona de cuencas y cordilleras; un tercer grupo cerca de Camargo, que se extiende en dirección este-oeste por cerca de 100 km; y un cuarto grupo de epicentros localizados al noreste del estado, cerca de la frontera con Texas, que se alinean en dirección noroeste-sureste. Los sismos del tercer grupo son los más abundantes. En 2012 ocurrieron dos eventos aislados de magnitud 4.1, sin embargo, la mayoría inició en agosto de 2013. La magnitud de estos eventos varía entre 3.2 y 5.4, y son todos de fuente somera. Los sismos del cuarto grupo, localizados al noreste de Chihuahua, ocurrieron entre 2010 y 2011, por lo que no están asociados con el enjambre de sismos de agosto de 2013. En el presente trabajo se documenta la actividad sísmica reciente de Chihuahua, y se presenta una compilación preliminar de fallas cuaternarias identificadas con base en imágenes satelitales del dominio público (Google Earth) y modelos digitales del terreno. Este estudio muestra que la región centro-este de Chihuahua, es una provincia de más de 100, 000 km² afectada por un sinnúmero de fallas del Cuaternario, algunas de ellas ya documentadas por otros autores. Con base en criterios geomorfológicos, la revisión de las imágenes de satélite ha

permitido identificar varios frentes montañosos con rupturas cuaternarias de entre 70-80 km de longitud. De acuerdo con la distribución epicentral de los sismos reportados por el SSN y el USGS para el periodo 2013-2014, la mayor parte de la sismicidad ha ocurrido al SE del estado, en un radio de 75 km alrededor de Camargo. Agradecimientos: Agradecemos el apoyo técnico proporcionado por Antonio Mendoza Camberos.

SIS-31 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DE SITIO EN LA CIUDAD DE CALPULALPAN, TLAX.

Hernández Díaz María Candelaria¹, Ismael Hernández Eduardo²,
Martínez González José Antonio³ y Ramón Márquez Víctor Manuel¹

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

²Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

³Instituto de Ingeniería, UNAM
candihd@hotmail.com

La microzonificación sísmica de áreas urbanas ha tomado gran fuerza siendo la base fundamental para la formulación de normas sismo-resistentes y/o espectros de diseño. En el Estado de Tlaxcala se han dedicado esfuerzos para caracterizar la sismicidad local y regional de algunos municipios, entre estos se encuentran los trabajos realizados por Lermo-Samaniego y Bernal-Esquía (2006), cuyos resultados permitieron la caracterización local y evaluación de los efectos de sitio de la ciudad de Tlaxcala. Por otra parte, Lermo et al. (2012) realizaron la microzonificación sísmica en otras cuatro de las ciudades más importantes del Estado. La estimación de los efectos de sitio es útil para elaborar mapas de microzonificación sísmica, ya que ayudan a la identificación de los periodos de vibrar del terreno donde se desplantan las construcciones. Los mapas que resultan de la distribución espacial de los periodos de vibrar del terreno se conocen como mapas de isoperiodos, y estos a su vez deben formar parte de los mapas de microzonificación sísmica de una área urbana de interés. En este trabajo se presentan los primeros estudios realizados en el Municipio de Calpulalpan, Tlaxcala, ya que la existencia de fallas locales y regionales que se ubican dentro de la provincia geológica denominada Faja Volcánica Transmexicana, convierten al Municipio en una zona de peligro. El objetivo de estos estudios es contar con las bases para establecer las normas de diseño sísmico de las construcciones. La sismicidad del municipio de Calpulalpan está influenciada por 3 fuentes sísmicas, la primera considera a los sismos producidos por el proceso de subducción de la placa de Cocos bajo la Norteamericana (Bernal-Esquía, 2006). La segunda fuente conocida como local, abarca los temblores corticales provocados por los diversos sistemas de fallas que se ubican dentro de la FVTM (Chavacán-Ávila, 2007). La tercera fuente corresponde a sismos de origen intraplaca. La metodología fue la siguiente. A partir del análisis de la geomorfología, la topografía y la geología, se identificaron las zonas con mayor espesor de sedimentos. Se efectuaron 31 mediciones en el área urbana del Municipio, concentrando la mayor cantidad de puntos en las zonas bajas. Para la campaña de vibración ambiental se usaron sensores de velocidad de banda ancha marca Guralp CGM-6TD, la duración de cada registro fue de 20 minutos. Para el análisis de los registros se utilizó la técnica de los cocientes espectrales HVNR (Nakamura, 1989). Los resultados indican la existencia de una respuesta del terreno alrededor de 0.33 Hz. Esta misma respuesta se ha encontrado en la ciudad de Puebla, así como en otras ciudades de Tlaxcala, este efecto estaría asociado a depósitos mayores de 100 m de Toba, producto de la actividad del volcán la Malinche. Así mismo, se encontró que en el rango de 1-10 Hz la respuesta del suelo es plana, por lo que construcciones de uno y dos niveles, típicas en la zona, no son susceptibles de sufrir algún daño.

SIS-32 CARTEL

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS SECUENCIAS DE RÉPLICAS SÍSMICAS MEDIANTE EL MODELO DE HACES DE FIBRAS.

Monterrubio Velasco Marisol, Márquez Víctor Hugo,
Figueroa-Soto Angel y Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón
Centro de Geociencias, UNAM
monterrubio@geociencias.unam.mx

El comportamiento temporal de las réplicas se describe usualmente por la ley de Omori Modificada (OM). Esta ley implica, desde el punto de vista matemático, que el intervalo de tiempo entre réplicas consecutivas es una función monótonamente creciente. Sin embargo, analizando a detalle el tiempo entre réplicas consecutivas de algunas secuencias, se pone de manifiesto que existen aceleraciones súbitas en su producción, las cuales se alejan de la tendencia general descrita por la ley de OM. El modelo de Haces de Fibras (Fiber Bundle) es un modelo discreto que presenta auto-organización crítica, y se utiliza para analizar el proceso de ruptura en materiales heterogéneos, el cual es un fenómeno físico complejo. Mediante la aplicación de este modelo se ha simulado el comportamiento temporal de varias secuencias de réplicas, observando que se aproxima al de las series reales analizadas, incluyendo las aceleraciones súbitas dentro de un marco general de relajación de los esfuerzos tectónicos descrito por la ley de OM. Además, el modelo de Haces de Fibras simula las características generales del proceso de ruptura de la corteza terrestre (después de un sismo principal), el cual es un medio heterogéneo y fracturado. Por lo que respecta al comportamiento espacial, si bien se

observan diferentes subgrupos dentro de las secuencias de réplicas, estos no suelen estar siempre bien definidos. En este trabajo se estudian diversas modificaciones apropiadas para lograr simular, mediante el modelo de Haces de Fibras, tanto el comportamiento temporal como el espacial de tales subgrupos en diferentes secuencias de réplicas. Además, se exploran diferentes técnicas para distinguir los subgrupos, incluyendo las características espacio-temporales que éstos presentan.

SIS-33 CARTEL

MODELADO DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA CIUDAD DE TIJUANA BASADO EN EL MÉTODO DE ELEMENTOS ESPECTRALES

Ochoa Tinajero Luis Eduardo¹, Larrinaga Arce Luis Antonio²,
De Basabe Delgado Jonas¹ y Delgado-Argote Luis A.¹
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Universidad Autónoma de Baja California, UABC
lochoa@cicese.mx

Se realizó un modelo computacional de la ciudad de Tijuana, B.C. con el fin de estudiar la propagación de ondas sísmicas en la región. El modelo incluye la topografía y, debido a la complejidad de incluir diferentes litologías, se propone solamente una. El modelo cubre un área de 23 km por 23 km y una profundidad de 7 km. La topografía es tomada como una malla de 34 x 34 puntos, es decir, aproximadamente se tiene un dato de topografía cada 700 m. El modelo tridimensional se discretizó en elementos finitos hexahédricos utilizando el software CUBIT. La propagación de ondas sísmicas sobre la malla se resolvió empleando el método de elementos espectrales, para lo cual se utilizó el software de uso libre Specfem3D. La simulación se llevó a cabo utilizando el cluster Lamb de la división de Ciencias de la Tierra del CICESE. Se propuso el rompimiento de la Falla la Nación que se encuentra al norte de la ciudad, la cual pudiese producir un sismo de magnitud 6. Se obtuvieron sismogramas sintéticos para 4 diferentes sitios de interés en la región y un modelo en 3D de la propagación de las ondas sísmicas sobre la ciudad. Los resultados muestran las zonas de la ciudad que son más susceptibles al riesgo sísmico.

SIS-34 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE GREEN CON INTERFEROMETRÍA SÍSMICA Y SIMULACIONES DE SISMOS

Juárez Zúñiga Alan y Ramírez Guzmán Leonardo
Instituto de Ingeniería, UNAM
zu.alan.zu@gmail.com

Estudiamos la recuperación de la Función Green (FG) a partir de la correlación cruzada de señales generadas numéricamente, y su aplicación a estudios de tomografía sísmica en el centro de México. La FG entre dos receptores se obtiene normalmente con base en la correlación cruzada del ruido registrado en dos estaciones sísmicas. Sin embargo, en esta investigación utilizamos simulaciones numéricas a gran escala y construimos señales apropiadas de los desplazamientos en dos estaciones debidos a un número pequeño de fuentes de doble par de fuerzas en un modelo de capas. Obtenemos con éxito la respuesta al impulso entre los receptores mediante la aplicación de la correlación cruzada, siguiendo la teoría estándar de la interferometría y además, estudiamos la dependencia acimutal de las correlaciones como una estimación de FG a partir del uso de ubicaciones específicas de fuentes. El objetivo principal de nuestra investigación es dilucidar la aplicabilidad de la interferometría sísmica a fin de ampliar la gama de frecuencias y la calidad de los estudios de tomografía sísmica con base en los registros de sismos regionales y mapas de dispersión. Por ello, mostramos los resultados de la FG obtenida usando el procedimiento antes mencionado en un modelo tridimensional realista del centro de México, y cuantificamos las discrepancias contra la FG exacta calculada numéricamente. Llegamos a la conclusión de que una buena recuperación se logra invirtiendo perfiles de velocidad en las estaciones seleccionadas.

SIS-35 CARTEL

ANÁLISIS DE VARIACIONES DE LA FRECUENCIA DE ESQUINA A LO LARGO DE LA COSTA DEL PACÍFICO MEXICANO.

Carrillo Lucia Miguel Ángel y Ramírez Guzmán Leonardo
Instituto de Ingeniería, UNAM
mike.geophysicist@gmail.com

Se presenta un análisis de las variaciones en la frecuencia de esquina y su relación con los cambios de la geometría en la zona de subducción de cuatro regiones del Pacífico mexicano. Las zonas mencionadas cubren desde las costas de Jalisco hasta Oaxaca. Se estudiaron 70 sismos empleando datos de velocidad y aceleración proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Servicio Sismológico Nacional. La base de datos contiene sismos con magnitud mayor a 5.5, registrados desde 1979 hasta 2012. Las señales se corrigieron, removiendo la respuesta instrumental y la línea base. Mediante un proceso de inversión de la función de

deslizamiento y un análisis en frecuencia, se evaluó la frecuencia de esquina (f_c) y la caída de esfuerzos. Se observan correlaciones entre la f_c y el ángulo de echado de la subducción. La finalidad de esta investigación es explicar los mecanismos que origina las variaciones de la frecuencia de esquina con base en modelos dinámicos del proceso de ruptura, que incluyan la geometría de subducción de cada región y el efecto generado por la superficie libre, factores que suponemos influyen de forma importante en las características de los sismo en nuestro país.

SIS-36 CARTEL

PROPUESTA DE MICROZONIFICACION DE SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA

Vázquez Rosas Ricardo¹, Ramos Facio Evelyn², Aguirre González Jorge¹,
Heredia Martínez Mariana², Ferrer Toloedo Hugo³, Mijares Arellano
Horacio⁴, Ismael Hernández Eduardo³, López Gerardo² y Rodríguez Miguel³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto Politécnico Nacional, IPN

³UPAEP

⁴UNAM

rvazquezrunam@gmail.com

San Pedro Cholula Puebla, de acuerdo por su ubicación geográfica se encuentra en una sismica por tal motivo es importante el la evaluación del peligro sísmico y también considerando que esta zona se tiene la probabilidad de que sea afectado por sismo por la que es necesario tener el conocimiento de como se comportaría el suelo ante la ocurrencia del mismo. El propósito es obtener el efecto de sitio seguido de la microzonificación de la ciudad por medio del método H/V de Nakamura, considerando la sismicidad histórica que ha sufrido por los terremotos más importantes que datan desde 1523 o el más importante el 28 de agosto de 1973 ($M=6.8$) entre otros factores. Como resultado se estimaron las frecuencias usando los registros de microtemores en los 163 sitios y se construyó el mapa de frecuencias. Los valores obtenidos de los periodos fundamentales oscilan entre $f=2$ Hz. y $f=17$ Hz. Las frecuencias menores se encontraron en el centro de Cholula mientras que las más altas en varios puntos en zonas conurbadas. Cabe resaltar que para tener mejores resultados es necesario compararlos con datos de aceleración de un evento sísmico.

SIS-37 CARTEL

ESTUDIO DE EFECTO DE SITIO MEDIANTE MICROTREMORES EN DIFERENTES CIUDADES DEL ESTADO DE VERACRUZ

Vázquez Rosas Ricardo¹, Aguirre González Jorge²,
Contreras Ruiz Esparza Moisés³ y Suárez Reynoso Gerardo²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²UNAM

³CENAPRED

rvazquezrunam@gmail.com

El método SPAC (por su nombre en inglés (Spatial Autocorrelations Method), fue propuesto por Aki (1957), y tiene el propósito de obtener el modelo estructural del subsuelo a partir de registros simultáneos de microtemores en un arreglo de estaciones (para aplicar este método se requiere un mínimo de tres estaciones). En el presente trabajo se aplica el método SPAC, basado en arreglos instrumentales en forma de triángulos equiláteros, con grabaciones continuas de 30 minutos y 6 arreglos de menor abertura (10, 30, 45, 50, 60, 80) En los arreglos grandes se utilizaron sismógrafos de banda ancha refteck, todos los arreglos quedaron distribuidos diferentes ciudades de Veracruz como Minatitlán, Cuatzacoalcos, Orizaba. Los registros simultáneos de microtemores en estos arreglos nos permitieron estimar la estructura de velocidades. Se obtuvieron velocidades de ondas S entre de 750 m/s para la capa superficial.

Sesión Regular

Vulcanología

Organizadores:

Pablo Dávila Harris

José Luis Macías

Lucia Capra

VUL-1

EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS DEL VOLCÁN MOMOTOMBO, NICARAGUA COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

Espinoza Jaime Eveling¹, González Huesca Alberto²,
Navarro Collado Martha³ y Delgado Granados Hugo²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, Departamento de Vulcanología, UNAM

³Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER
eveling@geofisica.unam.mx

El Volcán Momotombo ubicado al NW del Lago Xolotlán de Managua, forma parte del frente de la Cadena Volcánica Nicaragüense y representa una amenaza significativa para la población en sus alrededores y la capital del país, dados los antecedentes de su historia eruptiva. La erupción del 11 de enero de 1605 causó la destrucción total de varios poblados ubicados en sus laderas. Para contribuir a la mitigación del riesgo volcánico se ha hecho una evaluación del peligro volcánico por caída de cenizas, para lo cual, se construyeron curvas de isopacas de los depósitos piroclásticos, a partir de mediciones de espesor en el campo y el análisis de datos granulométricos que permitieron la elaboración de mapas de escenarios de peligro por caída de cenizas para este volcán, que permite representar las zonas de posibles distribución y niveles de acumulación de cenizas por las futuras amenazas. Los escenarios de peligro representados resulta de la integración de la información histórica, la información geológica recopilada en trabajos de campo, análisis granulométricos, datos de vientos y la simulación computacional de los procesos volcánicos en zonas que tienen una mayor o menor probabilidad de ser impactadas por los productos de una erupción determinada.

VUL-2

ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE TASA DE CONVERGENCIA Y VOLCANISMO (OCURRENCIA Y MAGNITUD) EN EL SECTOR MÉXICO-CHILE MEDIANTE EL USO DE BASES DE DATOS

Ortiz-Guerrero Natalie y Delgado Granados Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
nortiz@geofisica.unam.mx

Diferentes factores geodinámicos como la tasa de convergencia, ángulo de subducción, entre otros, gobiernan el volcanismo (tipo, frecuencia eruptiva, número de volcanes, por ejemplo), sin embargo, la relación entre estos factores que influyen en el volcanismo no ha sido documentada. Existen interrogantes tales como: ¿es posible identificar los periodos y magnitudes eruptivas en relación con los parámetros de subducción?, ¿Cuál es el número de volcanes presentes por sector a lo largo de la Cordillera?, ¿Qué relación existe entre la geodinámica de las placas? y ¿Cuál es la tasa de producción magmática en un sector determinado por las características de las placas convergentes? Las preguntas de investigación planteadas, se abordan mediante un estudio que comprende el diseño, implementación y análisis de una base de datos que permita encontrar cuales son los factores geodinámicos de las placas tectónicas que más inciden en el volcanismo del sector México-Chile. Aquí presentamos avances de este estudio con resultados preliminares que incluyen la estructura de la base de datos y la adquisición de datos que han permitido alimentar a tales bases, para comenzar a sintetizar la información, dándole un sentido vulcanológico.

VUL-3

ESTUDIO AEROMAGNÉTICO DE LA ZONA DEL VOLCÁN CHICHÓN, ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO. IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES.

López Loera Héctor¹ y Macías José Luis²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
hector.lopez@ipicyt.edu.mx

Se presentan los resultados preliminares de un estudio aeromagnético realizado sobre la porción oriental del estado de Chiapas. Al momento se ha podido diferenciar claramente ocho Dominios Aeromagnéticos (DAM), en la zona estudiada. Uno de estos DAM, está asociado con una anomalía dipolar (>2,000 nT) de gran dimensión, teniendo en la dirección N-S, más de 50 km y en la E-W más de 40 km. La anomalía se ha asociado con la presencia en el subsuelo de un gran intrusivo que muestra pequeños afloramientos de un intrusivo granodiorítico-diorítico del Plioceno en la porción central de la anomalía. En la margen occidental de este intrusivo creció el volcán Chichón durante los últimos 400 mil años. El estudio de lineamientos aeromagnéticos muestra que existen estructuras de falla que se intersectan en la estructura del Volcán Chichón como la falla NW-SE Chichón-Catedral.

VUL-4

ACTIVIDAD SÍSMICA DEL VOLCÁN CHICHÓN EN EL 2014. LOCALIZACIÓN DE SISMOS CON UNA ESTACIÓN

Reyes Pimentel Thalía Alfonsina¹, Contreras Moisés¹, Galaviz Alonso Alberto¹, Jiménez Juan Carlos¹, Jon Selvas Juan² y Ramos Hernández Silvia²

¹Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED

²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
treys@cenapred.unam.mx

El volcán Chichón o Chichonal está localizado en el municipio de Francisco León en el Estado de Chiapas. La historia eruptiva del volcán, está representada por una fase eruptiva explosiva que inició a finales de febrero de 1982 con explosiones violentas el 28 de marzo y 4 de abril que generaron columnas eruptivas de hasta 24,000 metros de altura. En el ámbito de la Protección Civil, esta etapa eruptiva del volcán ha sido de gran impacto, debido a que se estimó la muerte de 5,000 personas, 2,000 desaparecidos y aproximadamente 20,000 damnificados en varios estados. El adecuado y continuo monitoreo sísmico de los volcanes, ayuda a conocer los niveles base de actividad y de esta forma los patrones que permitan establecer una base de datos para observar oportunamente, la probabilidad de reactivación o erupción asociada a manifestaciones observables en el exterior como: emisiones de vapor, gases o ceniza que puedan poner en riesgo a las poblaciones cercanas. El presente trabajo muestra la actividad sísmica del volcán en el año 2014 la cuál mostró un incremento durante el mes de febrero con el registro de 36 sismos en un día. Las magnitudes registradas van de 1.0 a 2.7 y distancias epicentrales de 0.5 a 15 km. Resulta importante destacar que la localización de los eventos se realizó con una estación de tres componentes, por medio de la lectura de amplitudes y polaridades de la onda P, ángulo de incidencia y back-azimuth para cada uno de los eventos. Si bien, la localización de eventos con una sola estación sísmica cuenta con una mayor incertidumbre, constituye una herramienta importante para el monitoreo continuo del volcán, y con ello, conocer su comportamiento previo a una etapa eruptiva para así poder disminuir el riesgo a la población.

VUL-5

TIENEN LAS RECIENTES DEFORMACIONES DETECTADAS EN EL VOLCÁN EL CHICHÓN UN ORIGEN TECTÓNICO?

De La Cruz-Reyna Servando^{1,2}, Gómez-Vázquez Ángel³,
Armienta Hernández María Aurora⁴ y Ramos Hernández Silvia⁴

¹Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología, Colima

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

⁴Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
sdelactr@geofisica.unam.mx

Observaciones geodésicas realizadas en forma sistemática en el cráter del volcán El Chichón revelan una deformación persistente desde 2008 (Gómez-Vázquez et al., 2013). Esta deformación puede interpretarse en términos de desplazamientos laterales y de montadura de una fractura que atraviesa el sector E del cráter. La traza de esa potencial fractura puede tener un rumbo aproximado NW-SE, cruzando la región de mayor actividad hidrotermal del cráter, que incluye a la fuente-manantial tipo geyser (Soap Pool, Rouwet et al., 2008). Aunque las velocidades de los desplazamientos son pequeñas, del orden de 11 a 12 mm por año, pudieran imponer un control significativo sobre el sistema hidrotermal bajo el cráter e incluso sobre el sistema magmático más profundo. Aunque el episodio de deformación actual se detecta en 2008, es probable que esa fractura haya jugado un papel importante en la evolución de la actividad reciente del volcán. La evidencia hidrogequímica reciente (Armienta et al., 2014) no revela cambios significativos del sistema hidrotermal asociados a las deformaciones, por lo que es probable que los desplazamientos sean respuesta a un esfuerzo tectónico regional sobre la fractura, que mantiene una interacción variable pero persistente entre el lago cratérico y el sistema hidrotermal. Es necesario determinar con mayor detalle la naturaleza de esas deformaciones para evaluar su posible influencia sobre el sistema magmático, por lo que se está ampliando la red geodésica alrededor del volcán con más vértices para EDM y nuevos vértices para GPS-GNSS.

VUL-6

ACOPLAMIENTO DE MODELOS DE FORMACIÓN DE COLUMNA Y DE DEPÓSITOS DE CAÍDA DE CENIZA.

Zamora Camacho Araceli¹, Hernández Cardona Arnaldo² y Espíndola Castro Juan Manuel²

¹Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

²UNAM
zaraceli@yahoo.com.mx

El modelo de Woods (1998; J.Volcanol, 50, 159-193) es uno de los modelos mas conocidos para modelar columnas plinianas. Por otra parte, el modelo de advección-difusión de Susuki (1983; In: Arc Volcanism: Physics and Tectonics, Terra Publishing Co., 95-113) es muy utilizado para la modelación de depósitos de depósitos de caída de piroclastos. Ambos modelos pueden ser conjugados en un solo modelo que simule la formación de la columna y la dispersión de la tefra. El acoplamiento de ambos modelos reduce el número de datos de entrada, por

lo que reduce el número de datos ambiguos, y a la vez permite estimar otros parámetros que de otra manera deben ser supuestos. En este trabajo presentamos varios ejemplos de la diferencia entre la aplicación separada y la acoplada de ambos modelos. Finalmente aplicamos los modelos aplicados a la erupción de 1982 del volcán Chichón ó Chichon en Chiapas, México y mostramos como su aplicación permite estimar diferentes parámetros. El modelo acoplado, no solo permite obtener resultados más reales sino también puede ser utilizado en la docencia para ilustrar el efecto que tienen diferentes factores en la formación de una columna eruptiva, su altura, y la dispersión de las cenizas a partir de la misma.

VUL-7

MONITOREO HIDROGEOQUÍMICO DEL LAGO CRATÉRICO DEL VOLCÁN EL CHICHÓN. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS INDICATIVOS DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA.

Armentia Hernández María Aurora¹, De la Cruz-Reyna Servando¹, Ramos Hernández Silvia², Cenicerós Nora¹, Cruz Ronquillo Olivia¹, Aguayo Ríos Alejandra¹ y Arcega-Cabrera Flor³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

³Facultad de Química, UNAM

victoria@geofisica.unam.mx

El volcán El Chichón ha tenido una actividad eruptiva que incluye 12 erupciones mayores durante el Holoceno, la más reciente en marzo-abril de 1982 causante del peor desastre volcánico en la historia de México. Después de cerca de 6 siglos de quietud esta erupción destruyó un domo y abrió un cráter de 1 km de ancho. El lago cratérico que se formó poco después de la erupción ha sido una importante fuente de información acerca de los procesos post-eruptivos. Las fluctuaciones en las características físico-químicas del agua, observadas desde 1983 hasta la fecha han permitido identificar que su composición está determinada principalmente por las contribuciones del agua del sistema hidrotermal y gases enriquecidos en H₂S influidos por la actividad tectónica y por efectos meteorológicos. En este trabajo se proponen algunos métodos de análisis e interpretación hidrogeoquímica y estadística derivados del aporte relativo de estos factores, para contribuir a determinar el estado del volcán como un procedimiento de monitoreo fácil de implementar en volcanes activos con lagos cratéricos o en otras fuentes de agua relacionadas con procesos volcánicos en curso. Se identifican parámetros físico-químicos significativos de monitoreo y se proponen criterios para detectar cambios relevantes en el comportamiento químico que pudieran revelar un incremento en la actividad volcánica. Se calculó el grado de neutralización y se graficaron las muestras colectadas a lo largo del tiempo en el diagrama de Varekamp (pH vs Cl+SO₄) y en un diagrama 3D (log SO₄ vs log DON vs logSO₄). La ubicación de las muestras mostró zonas claramente definidas para la actividad hidrotermal y para la actividad magmática, enfatizando la necesidad de proseguir el monitoreo frecuente para detectar a tiempo una posible evolución hacia el punto correspondiente a 1983 separado claramente del resto.

VUL-8

COMPARACIÓN ENTRE LOS MECANISMOS DE DESGASIFICACIÓN DEL CO₂ DEL LAGO VOLCANICO EL CHICHÓN, MÉXICO, Y EL LAGO SPECCHIO DI VENERE, PANTELLERIA, ITALIA.

Jácome Paz Mariana Patricia¹, Taran Yuri², Inguaggiato Salvatore³, Collard Nathalie², Vita Fabio³ y Pecoraino Giovannella²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Palermo
patricia@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados de la emisión difusa de CO₂ de la superficie de dos lagos volcánicos: El Chichón (EC) en México y Specchio di Venere (SV) en la isla de Pantelleria, Italia. Ambos lagos tienen áreas similares (~ m² 2x10⁵) y dinámica de entrada y salida similares. Sin embargo, son drásticamente diferentes en la química del agua. El lago SV es alcalino (pH> 9) y de una alta salinidad casi constante, mientras que el lago EC es ácido (pH 2.3) y de una baja salinidad variable. En los alrededores de ambos lagos hay manifestaciones térmicas con respiraderos de vapor y aguas termales y un alto flujo de CO₂ del suelo. El lago SV tiene una alta alcalinidad (~ 70 meq / L), mientras que el lago EC se caracteriza por una alta concentración de CO₂ disuelto. Las medidas del flujo de CO₂ de la superficie de ambos lagos se hicieron con la cámara de acumulación "flotante". Durante la medición de flujo, se tomaron muestras de gases para el análisis isotópico de carbono. Las mediciones de flujo del suelo también se hicieron en el cráter del volcán El Chichón y en la zona adyacente al lago SV. Los resultados preliminares de los flujos de CO₂ indican que lago EC tiene un alto flujo de CO₂ con un valor medio de 3500 g m⁻² d⁻¹ y una alineación de los valores más altos a través de las fallas NW-SE y NE-SW; así como una alta desgaseificación mediante burbujeo de gases, especialmente cerca del campo de fumarolas NE. Mientras que SV tiene un valor medio del flujo de CO₂ ~ 10 g m⁻² d⁻¹ y burbujeo limitado y puntual en la superficie del lago. Se midieron flujos altos de CO₂ de suelo, cerca del lago, en la Mofeta. Se

estima que el flujo neto medio de difusión (sin burbujas) del lago EC es alrededor de 350 veces mayor que la del lago SV (3500 g m⁻² d⁻¹ vs 10 g m⁻² d⁻¹). SV tiene el flujo total de CO₂ por difusión de ~ 3 ton d⁻¹ a partir de un área de 0,3 km² y el flujo total de 0,44 ton d⁻¹ por áreas burbujeantes en las zonas SW y S. En cambio, el lago EC tiene un flujo de CO₂ total de 840 ton d⁻¹ a partir de una superficie de 0,24 km². La producción total de CO₂ de SV es, sin embargo, alrededor de dos veces más alta teniendo en cuenta la filtración desde el lago (~ 8 kg s⁻¹) de agua altamente carbonatada.

VUL-9

LAS CAMARAS MAGMATICAS DEL COMPLEJO VOLCANICO DE COLIMA: MODELOS GRAVIMETRICOS Y MAGNETICOS

Álvarez Román¹ y Yutsis Vsevolod²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²IPICYT

ralva@prodigy.net.mx

El Complejo Volcánico de Colima (CVC) ha comprendido hasta ahora las estructuras del Volcán Nevado de Colima y el Volcán de Fuego o Volcán de Colima. En este trabajo encontramos dos nuevas estructuras subterráneas que proponemos forman parte del CVC. Un conjunto de 260 estaciones gravimétricas y un mapa aeromagnético sirven como base para el modelado conjunto de esos dos parámetros a lo largo de cinco líneas en las que se modelan las anomalías asociadas a esas estructuras. Una línea base con azimut 28° y longitud de 58 km atraviesa longitudinalmente el CVC presentando una anomalía gravimétrica de 65 mGals y la correspondiente magnética de 220 nT. Modelamos además cuatro líneas adicionales, perpendiculares a la línea base a través de las principales estructuras del CVC a profundidades ~15 km. La línea modelada a través del Nevado de Colima muestra dos cámaras anidadas; la cámara superior con densidad 2.36 g/cm³ inicia a una profundidad de 1.2 km bajo el nivel del mar (bnm) y tiene un espesor promedio de 3 km y una longitud de ~6 km, mientras que la más profunda, con densidad 2.31 g/cm³ es más pequeña y se encuentra debajo de la superior a una profundidad de ~5 km bnm. El Volcán de Fuego tiene una sola cámara con densidad 2.31 g/cm³ con dos lóbulos localizados a profundidades de 1 y 2 km bnm; el lóbulo al este es el mayor con un radio de ~3 km mientras que el lóbulo oeste tiene un radio de ~1 km. Encontramos una buena coincidencia entre los tamaños y posiciones de las respectivas cámaras magmáticas y las calderas de colapso del Nevado y del Paleo-Fuego. La anomalía gravimétrica está dividida por un alto con azimut 108° que pasa ligeramente al sur de Los Hijos del Volcán. Sobre este alto gravimétrico se encuentra una estructura circular (La Escondida) que hemos modelado como una estructura de colapso por los desplazamientos verticales entre 30 y 120 m que se observan en el perímetro de la estructura. Los sugieren que se trata posiblemente de un intrusivo circular de 7 km de diámetro a una profundidad de ~1.2 km bnm. Las dimensiones y posición de este cuerpo correlacionan bien con las fallas normales observadas en superficie. Bajo este cuerpo parece haber una cámara magmática de densidad 2.36 g/cm³ y nula magnetización. Continuando hacia el sur encontramos otro intrusivo vecino a La Escondida y a la misma profundidad que la anterior estructura, que tiene el aspecto de una cámara magmática y así lo modelamos gravimétricamente y magnéticamente; la densidad asignada es de 2.36 g/cm³ y nula magnetización. Finalmente el modelo que agrupa a todos los anteriores a lo largo de la línea base muestra una serie de interconexiones entre las cámaras modeladas. Proponemos que los dos cuerpos nuevos encontrados, La Escondida y el Cuerpo Magmático del Sur, corresponden a una nueva migración del magmatismo regional hacia el sur, como ha sucedido anteriormente.

VUL-10

CRUSTAL IMAGING OF WESTERN-MICHOACAN AND THE JALISCO BLOCK, MEXICO, FROM AMBIENT SEISMIC NOISE

Spica Zack J., Cruz-Atienza Víctor M., Reyes-Alfaro Gabriel, Legrand Denis y Iglesias Mendoza Arturo
Instituto de Geofísica, UNAM
zackspica@geofisica.unam.mx

Detailed crustal imaging of western Michoacán and the Jalisco block is obtained from ambient noise tomography. Results show a deep and well-delineated volcanic system below the Colima volcano complex (CVC), rooting up to ~22 km depth, with a shallow magmatic chamber constrained to the first ~7 km. A shallow low-velocity system to the south of the Chapala rift and west of the Michoacán-Guanajuato volcanic field merges, underneath the Colima rift, with the CVC system at about 20 km depth, honoring the geometry of the Trans Mexican Volcanic Belt. For depths greater than ~30 km, low-velocity features become parallel to the slab strike, right beneath the Mascota-Ayutla-Tapalpa volcanic fields, suggesting the presence of the mantle wedge above the Rivera plate. Along the coast, different depths of the uppermost layer of both, the Rivera and the Cocos plates, suggest that the latter plate subducts with an angle ~90° steeper than the former.

VUL-11

COMPARACIÓN CUANTITATIVA DE LOS LAHARES DE LAS TEMPORADAS DE LLUVIA 2012-2013 DEL VOLCÁN DE COLIMA, MÉXICO

Vázquez Rosario¹, Suriñach Emma², Capra Lucia³, Arámbula-Mendoza Raúl¹ y Reyes Gabriel⁴

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Grup d'Alaus (RISKMAT), Dept. Geodinàmica i Geofísica, Fac. de Geologia, Universitat de Barcelona, España

³Facultad de Ciencias, UCOL

⁴Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología, Colima
rvazmor@geociencias.unam.mx

Es bien sabido que los lahares son un fenómeno común en volcanes tanto activos como en periodo de inactividad, cuya frecuencia de ocurrencia depende de la disponibilidad de material suelto en las laderas del volcán y del volumen de agua que los desencadenen, ya sea por una intensa precipitación, deshielo o desbordamiento de un lago cratérico (i.e. Lavigne & Thouret, 2002), entre otros factores. En el caso del Volcán de Colima, éste tipo de fenómenos se desarrollan anualmente en las principales barrancas del volcán durante la temporada de lluvias. Estos flujos generalmente pasan desapercibidos por la población asentada en sus faldas. Sin embargo, históricamente, existe registro de algunos eventos que han causado pérdidas de vidas humanas y materiales (Davila et al., 2007; Saucedo, et al., 2008). El Volcán de Colima comenzó su actividad aproximadamente hace 50 000 años (Robin et al., 1987) y es considerado uno de los volcanes más activos de Norteamérica. En los últimos 430 años han ocurrido 50 fases eruptivas (De la Cruz-Reyna, 1993; Saucedo-Girón, 2000). Desde 1991 ha presentado actividad intermitente, incluyendo: erupciones vulcanianas, flujos de lava, crecimiento de domos y flujos piroclásticos, además de dos erupciones plinianas en 1818 y 1913 (Saucedo et al., 2002, 2004, 2005). En Junio de 2011, el domo de lava que crecía en su cráter desde el 2007 se detuvo, y con ello el aporte de nuevo material hacia sus laderas. Dicho proceso se ha visto reflejado en la disminución paulatina de la magnitud de los lahares desarrollados principalmente en la barranca de Montegrande durante la temporada de lluvias de 2012. Esta barranca se encuentra monitoreada desde el 2011 con estaciones de lluvia, geófonos y cámara de video, transmitiendo en tiempo real (Vázquez et al., 2014) hacia las instalaciones de la Universidad de Colima. El 6 de enero de 2013 el Volcán de Colima reanudó su actividad eruptiva con explosiones de magnitud pequeña a intermedia, y el crecimiento de un nuevo domo acompañado con pequeños derrumbes que han favorecido la acumulación de material principalmente hacia el flanco Oeste-Suroeste del edificio. Durante la temporada de lluvias del mismo año se observó el desarrollo de lahares de mayor magnitud que los del 2012 con una carga de material con bloques de más de 2 m de diámetro. Al respecto, se han analizado los datos instrumentales y de campo obtenidos en ambas temporadas. Esto ha permitido hacer una comparación cualitativa y cuantitativa de las características de los eventos desarrollados durante el periodo de calma y el de reanudación de la actividad del volcán. Con los resultados obtenidos hasta el momento se ha podido establecer que la diferencia en el tamaño entre los lahares de estas temporadas es aproximadamente de un orden de magnitud. Además, se ha podido analizar uno de los lahares más grandes observados hasta el momento en el volcán, correspondiente a los eventos meteorológicos extremos de 2013.

VUL-12

MEXICAN VOLCANOES @NLINE

Manea Marina, Capra Lucia y Manea Vlad Constantin
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
marina@geociencias.unam.mx

Researchers are currently working on several key aspects of the Mexican volcanoes, such as remote sensing, field data of old and recent volcanoclastic deposits, structural framework, monitoring (rainfall data and visual observation of lahars), and laboratory experiment (analogue models and numerical simulations - titan2D). Each investigation is focused on specific processes, but it is fundamental to visualize the global status of the volcano in order to understand its behavior and to mitigate future hazards. The Mexican Volcanoes @nline represents an initiative aimed to collect, on a systematic basis, the complete set of data obtained so far on the volcanoes, and to continuously update the database with new data. All the information is compiled from published works and updated frequently. All maps (such as the geological map of the volcano and the hazard zonations compiled from previous works) and point data (such as stratigraphic sections, sedimentology and diagrams of rainfall intensities) can be visualized with Google Earth and is really straightforward to be accessed by the scientific community and the general public. The Mexican Volcanoes @nline database is maintained by the Computational Geodynamics Laboratory and it is based entirely on Open Source software and the website can be visited at: http://www.geociencias.unam.mx/mexican_volcanoes.

VUL-13

MODELACIÓN INVERSA DE DATOS AEROMAGNÉTICOS DEL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, SONORA, MÉXICO

García Abdeslem Juan
CICESE
jgarcia@cicese.mx

El Campo Volcánico El Pinacate (CVP) se localiza en el borde occidental de la provincia de cuencas y sierras en el Estado de Sonora y está enclavado en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. El CVP contiene al volcán escudo Santa Clara cuya composición varía de basáltica a traquítica y alcanza una altura mayor a 1200 m de altura, destacando sobre un arreglo discontinuo de sierras de bajo relieve topográfico alineadas en dirección NW, que están constituidas principalmente por granitoides mesozoicos y rocas metamórficas del paleozoico. Rodeando al volcán Santa Clara existen más de 400 conos cineríticos bien preservados y al menos 4 maar cráteres, similares en morfología al cráter El Elegante. El CVP cubre un área de aproximadamente 60 x 55 km y ha sido activo hace menos de 10,000 años. En este trabajo se describen algunos aspectos relacionados con la modelación inversa lineal 3D de datos aeromagnéticos colectados por el Servicio Geológico Mexicano en la región del CPV. La geometría del modelo es un cuboide de 14 estratos que se extiende hasta una profundidad de 21 km. Cada estrato tiene espesor constante y está constituido por un arreglo prismas rectangulares. Del resultado de la modelación inversa encontramos que la baja intensidad de magnetización que explica la anomalía magnética observada es consistente con rocas de composición félsica, y que su geometría sugiere una región de flotabilidad neutral a ~12 km de profundidad de la cual se desprende el cuerpo principal del volcán Santa Clara.

VUL-14

RECENT VOLCANIC ACTIVITY OF LOS HUMEROS CALDERA AND SURROUNDING AREAS IN THE EASTERN MEXICAN VOLCANIC BELT

Carrasco Núñez Gerardo¹ y Dávila Harris Pablo²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
gerardoc@geociencias.unam.mx

The eastern Mexican Volcanic Belt (EMVB) comprises the Serdán-Oriental Basin (SOB) and the Cofre de Perote-Citlaltépetl Volcanic Range (CPCVR). The SOB is characterized by a volcanism dominated by isolated bimodal monogenetic volcanoes including basaltic scoria cones, maar volcanoes and silicic dome complexes. The activity of these volcanoes is considered from the Pleistocene, but the scarcity of radiometric dating does not allow to have good constraints on the age of this volcanism, particularly the one showing evidence of most recent activity. Furthermore, in the EMVB the Citlaltépetl (Pico de Orizaba), belonging to the CPCVR, was previously regarded as the only active volcano in the area; however, several recent and current studies reveal that there is a volcanism of late Pleistocene age and even Holocene. In particular we have found that the final stage of evolution of Los Humeros caldera, which is a well-known geothermal field currently producing about 45 MW and increasing capacity, has been active during the Holocene (younger than 7ky BP) producing important volumes of both trachydacitic and basaltic andesite magmas erupted simultaneously through both central and peripheral vents to generate a widespread succession that is mantling all the caldera's interior area, named as the Cuicuiltic Member. The distribution of the source vents producing this succession represents conduits connected at depth through a more complex plumbing fracture system, that in the case of the small scoria cones occurred between Los Potreritos and Los Humeros main scarps to the eastern part of the caldera, what must be explored in more detail for potential reactivation and geothermal purposes. In fact, the Cuicuiltic sequence is cut by small (few meters displacement) faults revealing very recent structural reactivation. In regards to the volcanism associated to the ring-fracture activity at Los Humeros caldera, this corresponds mainly to basaltic andesite blocky lava flows, associated with fissure vents and several small scoria and cinder cones, which are aligned along the main Los Humeros caldera southern rim. These lavas are overlapping the Cuicuiltic succession and some C14 dates confirm that this activity is even of younger age (late Holocene). Much of this volcanism is located along structural fractures and thus may be space predictable. Finally, nor far from Los Humeros, about 30 km east, the most recent volcanic activity reported in the area is represented by El Volcancillo, a paired scoria cone erupted ca. 1000 yr BP, which is aligned with ten other Holocene scoria cones following a trend parallel to a regional seismically active structural system.

VUL-15

TUBOS DE LAVA EN EL CAMPO MONOGENÉTICO DE XALAPA, IMPLICACIONES PARA EL RIESGO VOLCÁNICO Y APROVECHAMIENTO

Espinasa-Pereña Ramón
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
respinasa@cenapred.unam.mx

La Región que rodea la ciudad de Xalapa forma parte de un campo de volcanes monogenéticos en el que se han contabilizado más de 100 pequeños edificios volcánicos, muchos de los cuales tuvieron erupciones de tipo hawaiano, con la emisión no explosiva de derrames de lava basáltica, que se caracteriza por su poca viscosidad. Este mecanismo de emplazamiento permite que derrames de lava de poco volumen puedan alcanzar grandes distancias. De entre éstos destaca El Volcancillo, un pequeño volcán situado a poca distancia de la carretera Perote-Xalapa. Hizo erupción hace 780±60 años, produciendo dos extensos derrames de lava que fluyeron hacia el norte, siguiendo la pendiente general del terreno, hasta alcanzar la barranca de Huichila-Tlacolulan. El más extenso e importante de sus derrames, en el que se han explorado y mapeado más de 10 km de tubos de lava, alcanzó una longitud total de más de 50 kilómetros. La morfología interna de los tubos de lava explorados, así como sus estructuras primarias y secundarias, muestran que el emplazamiento del derrame se realizó mediante numerosas pequeñas lenguas y dedos de lava, que formaron incipientes tubos superficiales anastomosados, y al continuar la actividad, el flujo de la lava se concentró en uno solo de los conductos iniciales, el cual evolucionó, por erosión termal, para formar un gran tubo maestro. En caso de renovación de la actividad en este campo monogenético, es altamente probable que se generen derrames de lava similares, que se emplazarán por el cauce de alguna de las numerosas barranca que abundan en la zona, destruyendo toda la infraestructura que encuentre a su paso. Por ejemplo, el derrame del Volcancillo es cortado por las principales vías de comunicación entre Xalapa y el centro de México. Adicionalmente, los sistemas de cuevas originadas como tubos de lava pueden considerarse un importante recurso para las comunidades de la región, desde el punto de vista del turismo y en particular del turismo de aventura y/o ecoturismo. Sin embargo, en varias comunidades de la región se utilizan o han utilizado las entradas de las cuevas como basureros, produciendo focos de contaminación y destruyendo al mismo tiempo un valioso recurso natural. Adicionalmente, y por las peculiares condiciones geológicas de la zona, algunos de los tubos de lava funcionan como sumideros, que captan importantes cauces fluviales y transportan el agua directamente, y sin ningún tipo de filtrado natural, hacia el acuífero que alimenta al río Actopan. Un plan de manejo integral del malpais generado por el derrame de El Volcancillo y otros volcanes cercanos permitiría paliar estos efectos negativos, así como proveer de fuentes de trabajo y recursos alternos a los habitantes de las comunidades aledañas. Para elaborarlo, es necesario continuar los estudios topográficos y espeleológicos de estas estructuras volcánicas, detallar las características geológicas de la zona, así como realizar análisis químicos de las aguas y estudios con trazadores para caracterizar en detalle el acuífero.

VUL-16

¿FLUYERON DOS LÍQUIDOS DE VISCOSIDADES CONTRASTANTES EN EL CONDUCTO ALIMENTADOR EN LA ETAPA INICIAL DE LA FORMACIÓN DEL DOMO CERRO EL LOBO?

Torres José Ramón¹ y Bartali Roberto²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Facultad de Ciencias, UASLP

jrtorres@uaslp.mx

El domo Cerro El Lobo se localiza 2.26 Km al oeste del poblado de San Francisco, S.L.P., y forma parte de un conjunto de domos que delinean un rasgo semicircular en el Campo Volcánico de San Luis Potosí. Se trata de un domo de 30.7 ± 0.7 Ma, de poco volumen (~0.1 km³) y de forma irregular, formado por derrames de lava riolítica (>75% de SiO₂) emitidos en forma sucesiva (domo exógeno), con tiempo de enfriamiento suficiente para desarrollar texturas vítreas y/o brechas de desintegración en la base de cada flujo. Los derrames de flujo basales fluyeron al este, no tienen fuerte expresión topográfica y tienen forma lobular. Contienen abundantes fenocristales (hasta 30%) de cuarzo, sanidino y escasas plagioclasas (oligoclasa). Los cristales mayores son de hasta 6 mm, y los de sanidino presentan coronas de reacción. Es común la presencia de bandas de lava de igual composición pero con pocos fenocristales, que se ensanchan o se estrangulan entre el material con abundantes fenocristales, sugiriendo que fueron 2 líquidos con viscosidades contrastantes que ascendieron por el mismo conducto y fluyeron en superficie sin llegar a mezclarse debido a su diferente viscosidad. La separación entre cada uno de estos derrames (3 en total) está marcada por vitrófidos en su base. La parte más escarpada del domo (la mitad oeste del mismo) la forman derrames de lava con escasos fenocristales de cuarzo y sanidino (<10%) pequeños (<3 mm), presentan foliación de flujo muy fina, pliegues de flujo a escala de centímetros a metros; contienen abundantes esferulitas, las cuales son más pequeñas en la base y mayores (hasta 2.5 cm) en la cima. Contienen de manera distintiva cristales de topacio y escasa casiterita. Hay desarrollo de finas brechas de desintegración entre algunos derrames. Estos derrames presentan características físicas muy

homogéneas en contraste con lo que se describe para los derrames basales, y constituyen una estructura abultada con una depresión central abierta al NE. Son pocos los ejemplos citados en la literatura geológica donde se ha documentado flujo de magmas de composición riolítica de dos densidades en un mismo conducto que alimentaron derrames de lava formadores de domos, y este es el primer caso que se menciona para el Campo Volcánico de San Luis Potosí.

VUL-17

MECANISMO ERUPTIVO DEL MAAR JOYA HONDA UTILIZANDO IMÁGENES MEB

Rivera-Olguín Edwin, Saucedo Ricardo, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto y Torres José Ramón
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP
edwin.rivera.olguin@gmail.com

El maar Joya Honda (MJH) se encuentra dentro del Campo Volcánico de Ventura-Espíritu Santo, ubicado en el límite de las provincias fisiográficas de la Mesa Central y la Sierra Madre Oriental. El MJH se ubica aproximadamente a 35 km al nororiente de la ciudad de San Luis Potosí, siendo un cráter con forma elíptica con dimensiones de 1300 m por 800 m con 270 m de profundidad aproximadamente. Los depósitos piroclásticos se encuentran cubriendo de forma discordante a rocas cretácicas marinas. Dichos depósitos tienen un alcance de cuando menos siete km hacia el noroccidente y nororiente del cráter y prácticamente inexistente hacia el flanco sur. El espesor de estos depósitos varía de 60 a 80 m para el nororiente y noroccidente respectivamente, mientras que en el sur van de 14 a 1 m. La estratigrafía de estos muestra importantes discordancias entre los depósitos de los flancos norte y sur del cráter, donde por sus características textuales pudieron reconocerse cinco fases eruptivas principales, que pudieron ser el resultado de actividad eruptiva magmática y freatomagmática. Con la idea de comprobar la hipótesis anterior, se aplicó un análisis morfológico en partículas juveniles de tamaño 3 φ (phi), además de un análisis estadístico multifactorial basado en la geometría de dichas partículas que nos permitió discriminar el origen de cada una de las partículas analizadas (magnético o freatomagmático). En total se utilizaron 358 imágenes de partículas tomadas con microscopio electrónico de barrido (MEB). Con base a estos análisis se caracterizaron las partículas juveniles de cada fase eruptiva, y junto con las relaciones estratigráficas y textuales de los depósitos, ubican a cada fase eruptiva como producto de un mecanismo eruptivo específico. Los resultados del análisis morfológico mostraron que la primera fase eruptiva está compuesta por partículas con características de orígenes tanto freatomagmáticos como magnéticos, mientras la segunda fase eruptiva se conforma por partículas de origen netamente magnético. En la tercera fase claramente predominan partículas totalmente freatomagmáticas, mientras que en la cuarta fase eruptiva las partículas son claramente magnéticas por último las partículas de la quinta fase eruptiva presentan características tanto magnéticas como freatomagmáticas. Por anterior, y con base en el resultado del análisis morfológico de partículas juveniles, se propone un modelo de evolución para MJH, donde la historia eruptiva fue compleja y estuvo marcada por constantes cambios en estilos eruptivos entre dominios freatomagmáticos y magnéticos, probablemente asociados a la presencia de más de un conducto.

VUL-18

LA AVALANCHA DE ESCOMBROS DEL VOLCÁN LOS PIES, COMPLEJO VOLCÁNICO IZTACCÍHUATL

García Tenorio Felipe¹, Macías José Luis² y W. Laver Paul²

¹Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

²Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks, Alaska, USA
tenoriogf@geofisica.unam.mx

El Volcán Los Pies situado en el extremo sur del Complejo Volcánico Iztaccíhuatl (CVIZ), a 70 km al SE de la Ciudad de México, en el Pleistoceno Tardío experimentó un colapso de sector, debido al ascenso de un magma dacítico (65.09 % en peso de SiO₂) en su conducto, El derrumbe originó una avalancha de escombros que se desplazó hacia el sureste por 45 km hacia la Cuenca de Puebla. El depósito cubrió un área mínima de 500 km² con un volumen aproximado de 1.5 km³ y un coeficiente de fricción (H/L) de 0.066. El depósito se presenta en facies de bloques y facies de matriz con una típica topografía de "hummocks". El evento de colapso fue acompañado de una erupción subsecuente tipo "blast" que cubrió un área mínima de 300 km². La erupción continuó con una columna eruptiva que dispersó depósitos de caída de pómez hacia la vertiente Este-Sureste del cono Los Pies, y fue seguida por emplazamiento de flujos piroclásticos de pómez. La erupción dejó un cráter en herradura abierto al sureste (cráter Amaculecatl) con un diámetro de 1.5 km. Actualmente el deslizamiento de laderas en el área cumbre de CVIZ podría representar un peligro potencial por factores no necesariamente por ascenso de magma.

VUL-19

LA CRISIS VOLCÁNICA DEL 2013 EN EL POPOCATÉPETL

Nieto Torres Amiel¹, Espinasa-Pereña Ramón², Reyes Pimentel
Thalía Alfonsina³, Jiménez Juan Carlos⁴ y Cárdenas Lucio²

¹Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED

²CENAPRED

anieto@cenapred.unam.mx

El volcán Popocatepetl es un estratovolcán andesítico-dacítico localizado 65km al sureste de la Ciudad de México. En la actualidad, más de 20 millones de personas viven en el área de influencia de este volcán. Actualmente la red de monitoreo incluye un total de 26 equipos: 10 estaciones sísmicas (cinco sensores triaxiales de periodo corto y cinco sensores triaxiales de banda ancha), dos sensores de infrasonido, tres inclinómetros para el monitoreo de deformación, cuatro equipos DOAS para la medición en tiempo real de la emisión de dióxido de azufre (SO₂), dos geófonos para la detección de flujos y cinco web-cam, más una cámara térmica, para el monitoreo visual en tiempo real. Adicionalmente, se realizan campañas de campo para el monitoreo geoquímico de aguas, mediciones discretas de gases mediante COSPEC, así como sobrevuelos periódicos para observar la evolución de los distintos domos en el interior del cráter. El actual episodio de actividad, que dio inicio en diciembre de 1994, ha consistido, hasta la fecha, en erupciones limitadas hasta VEI 3, asociadas a la construcción y destrucción de domos. En 2013 se registró un incremento en la actividad del volcán, caracterizado por el registro de eventos de tremor, ocurridos principalmente entre abril y julio, que acompañaron la formación de varios domos de lava. El 8 de mayo se presentó un episodio de tremor acompañado por una columna de cenizas que alcanzó 3.2 km de altura y que se dirigió al este-sureste. Esta actividad provocó una intensa lluvia de cenizas en ese sector, que depositó un volumen mínimo de 3*10⁶ m³ de ceniza fina en un área de 1500 km². El aeropuerto de Puebla fue cerrado los días 8 y 9 de mayo. Para el 23 de junio un nuevo episodio de tremor, que duró más de 10 horas, estuvo acompañado por emisión de ceniza que se depositó en diversos municipios del Estado de México y en diversas delegaciones del Distrito Federal. Algunos aviones que provenían de Estados Unidos fueron desviados a otros aeropuertos, decisión tomada por las aerolíneas y no por las autoridades del aeropuerto. Cerca de dos millones de personas estuvieron expuestas a estas cenizas, de las cuales el 50% no cuenta con acceso a los servicios médicos, según datos obtenidos del Atlas Nacional de Riesgos. Además, el 6 de mayo, se presentó el sismo volcánotectónico más grande en la historia del volcán, de magnitud 4.1. También se presentaron dos eventos explosivos mayores el 15 de mayo y el 17 de junio. El análisis del conjunto de datos de monitoreo y las observaciones de la actividad eruptiva del Popocatepetl durante 2013, permitieron definir un modelo eruptivo de 3 fases. La primera fase, de preparación, caracterizada por el registro de VT's someros y tremor; la segunda, la fase eruptiva, caracterizada por eventos explosivos y la tercera una fase de relajación caracterizada por el registro de VT's profundos.

VUL-20

**ANÁLISIS PRELIMINAR MORFOLÓGICO DE
CENIZA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL MEDIANTE
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO**

González Guevara José Luis, Agustín Serrano Ricardo, Quintanilla
Zurita Alejandra, Barquera Zamora Karla E., Torres Carreón
Ivonne, Arévalo Aguilar Luis Manuel y Palomino Merino Rodolfo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
jose.gogu@gmail.com

Ante la necesidad de conocer los efectos directos e indirectos de la ceniza de origen volcánico sobre la salud y en general al ambiente, es necesario realizar diversos estudios a fin de determinar la composición química elemental y las propiedades físicas de dicho compuesto. En mayo de 2012 y 2013 el volcán Popocatepetl presentó una actividad muy intensa, registrándose caída de ceniza en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP), recolectándose muestras en ambos eventos. Durante este periodo de tiempo, se han realizado algunos estudios, cuyos resultados han sido presentados en diferentes foros, entre los que destacan absorción, susceptibilidad magnética, resistividad eléctrica, espectroscopia Raman y microscopia de barrido electrónico (MBE). En esta oportunidad se muestran los resultados preliminares de la aplicación de MBE a ceniza recolectada de las contingencias del 20 y 21 de mayo de 2012, cuatros puntos de la zona sur de la ciudad de Puebla; así como del 7 de mayo de 2013, en donde se obtuvieron muestras de diez puntos, ocho de la ZMVP y uno más de Atlixco y San Nicolas de los Ranchos. Entre los beneficios de determinar la estructura y textura de la ceniza volcánica esta el hecho significativo de ajustar de mejor manera los modelos de transporte de contaminantes que se aplican en la simulación de plumas volcánicas.

VUL-21

**MEDICIONES CON CÁMARAS A SO₂ EN EL
VOLCÁN POPOCATÉPETL: DESARROLLO
METODOLÓGICO Y RESULTADOS VULCANOLÓGICOS.**

Campion Robin y Delgado Granados Hugo
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
robin@geofisica.unam.mx

La cámara a SO₂ es un equipo que permite obtener, con una frecuencia elevada, mediciones en dos dimensiones de la concentración del bióxido de azufre en pluma volcánicas. Esta tecnología es relativamente nueva, sigue desarrollándose rápidamente y ofrece un verdadero salto cualitativo en el monitoreo remoto de las emisiones de gases volcánicos. Adaptemos esta tecnología a las especificidades del Volcán Popocatepetl, realizando desarrollos metodológicos significativos y aplicables al nivel mundial. Se han realizadas mediciones con cámara a SO₂ al Volcán Popocatepetl durante un total de 40 días repartidos durante los dos últimos años. Los resultados de estas campañas permitieron identificar que la desgasificación volcánica al Popocatepetl se realiza por varios modos, que reflejan el estado del conducto superior. Se pudo comprobar que las explosiones vulcanianas son precedidas por un periodo de emisiones reducidas (aunque no ausentes) que interpretamos como una obstrucción parcial del conducto. Considerando los avances en nuestro entendimiento del Volcán que permitieron estas mediciones y su potencial para el monitoreo volcánico, se planea la instalación permanente de una cámara a SO₂ para el próximo año, en el ámbito de un proyecto FOPREDEN. Ya se realizó un estudio de factibilidad y se determinaron las componentes más resistentes y adaptadas a dicha instalación.

VUL-22

**DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES
TÉRMICAS DE ANDESITAS DEL
POPOCATÉPETL Y DEL VOLCÁN DE COLIMA.**

Cárdenas-Sánchez Enrique³, De la Cruz-Reyna Servando^{2,1,3} y Varely Nick⁴

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología, Colima

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Facultad de Ciencias, UCOL

krdenass@geofisica.unam.mx

La conductividad térmica (K), el calor específico (Cp) y el coeficiente de transferencia de calor superficial (H) son los parámetros fundamentales para describir el proceso de enfriamiento de un fragmento de roca volcánica lanzado en un evento explosivo. El análisis del proceso de enfriamiento por conducción, convección y radiación de calor de fragmentos de roca volcánica, se ha limitado a basaltos, y diversos minerales como olivino, piroxeno, cuarzo, etc. (Miao & Chen, 2014; Branlund & Hofmeister, 2012; Romine et al., 2012; Schön, 2011; Stroberg et al., 2010; Schatz & Simmons, 1972), y no existen estudios detallados sobre las propiedades térmicas de las andesitas, abundantes en estratovolcanes continentales, y particularmente en domos de lava susceptibles a procesos frecuentes de destrucción por explosiones como es el caso del Popocatepetl y del Volcán de Colima. Previamente hemos desarrollado un algoritmo que permite calcular el grado de fragmentación, la energía térmica liberada y su posible correlación con el índice de Explosividad Volcánica (VEI) a partir de las curvas de enfriamiento de los fragmentos lanzados por explosiones vulcanianas. Estas curvas se han obtenido de secuencias de tiempo sobre los depósitos incandescentes registrados en píxeles selectos de imágenes térmicas de explosiones vulcanianas en el Popocatepetl y el Volcán de Colima. Sin embargo, el modelo estaba limitado por la falta de parámetros térmicos de las andesitas, obligando a usar en primera aproximación datos de basaltos. En este trabajo presentamos un modelo simple para el enfriamiento con andesitas del Popocatepetl y el Volcán de Colima. Primeramente las muestras se someten a un proceso de redondeo para minimizar los efectos superficiales. Posteriormente, se calientan hasta 800°C, se extraen de la mufla y se mide su tasa de enfriamiento. La conductividad térmica y el coeficiente de calor superficial se determinan utilizando una cámara térmica de microbolómetro y 3 termopares incrustados a distintas profundidades dentro las muestras. Para determinar los parámetros térmicos se implementó un método de inversión comparando los datos observados respecto al modelo de enfriamiento para una esfera sólida de Carslaw and Jeager (1959) para la Ecuación de Calor. Con estos resultados se espera determinar con precisión la conductividad térmica, el calor específico y el coeficiente superficial de transferencia de calor para, posteriormente, mejorar el cálculo del grado de fragmentación en las secuencias de imágenes térmicas de las explosiones.

VUL-23

ESTUDIO DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Cárdenas-Soto Martín¹ y Reyes Pimentel Thalía Alfonsina²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²CENAPRED

martinc@unam.mx

En este estudio presentamos los resultados de la correlación cruzada de datos de ruido en cinco estaciones sísmicas de la red del Volcán Popocatepetl (marzo 2012-junio 2014). Estimamos los cinco componentes del tensor de Green y la envolvente de los términos cruzados vertical-radial. Para periodos de tiempo con menor actividad volcánica, extraemos curvas de dispersión de ondas superficiales y mostramos la variabilidad en la estructura de velocidad entre los diferentes pares de estaciones. El análisis de los correlogramas de cada día, muestra variaciones significativas en la posición relativa del máximo para periodos entre 1 y 4 s. Algunas de esas variaciones de deben a problemas instrumentales y otras a la inducción de esfuerzos por la actividad propia del volcán y de sismos de subducción.

VUL-24

ANÁLISIS DE PERFILES GRAVIMÉTRICOS NW-SE Y W-E EN EL SURESTE DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Monzalvo Lizete, Salazar Peña Leobardo, Lozada Antonio y Saravia Edgar Omar

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

liz3t3m@hotmail.com

A partir de noviembre del año 1992 la reactivación del volcán Popocatepetl ha suscitado actividad en el semáforo de alerta volcánica para los pueblos que comprenden las faldas del volcán. En el transcurso del tiempo, se han desarrollado dos zonas de sismicidad: a) En la zona del cráter, b) En la zona sureste sobre las faldas del volcán. En la zona sureste del Popocatepetl, se ha presentado un incremento de actividad sísmica sobre la cual se ubica el pueblo de San Pedro Benito Juárez, Atlixco, Puebla. Este estudio presenta un análisis y modelado de dos perfiles gravimétricos obtenidos, uno en dirección NW-SE (longitudinal o radial al cráter) y en dirección W-E (transversal al primero) en donde ambos siguen y cortan la zona delimitada por la sismicidad Sureste del Popocatepetl. Estos dos perfiles gravimétricos principales son complementados con sus versiones obtenidas en distintos tiempos y con otro perfil magnético obtenido en años anteriores. Estos complementos se obtuvieron en la dirección NW-SE. Las medidas se realizaron con un gravímetro con resolución en microgals y con un magnetómetro de campo total. Las estaciones de todos los perfiles fueron espaciadas a distancias de entre 1 y 2 km. Las distancias de las estaciones en los perfiles NW-SE se manejan en distancia radial al cráter. Los datos gravimétricos fueron reducidos para obtener la Anomalia de Bouguer. Con base en el análisis de los perfiles se observan decrementos en sus valores justo en la zona de sismicidad. Con los decrementos de gravedad en el perfil W-E (transversal) se supone que debajo de la zona Sureste del Popocatepetl, existe un cuerpo con déficit de masa aproximadamente simétrico. Lo anterior apunta por un lado, a dos soluciones 1) Un dique y 2) una cámara magmática. Por otro lado descarta la existencia de una falla como generadora de la sismicidad. Los análisis de los perfiles se complementan con la obtención de un modelo interior en el Sureste del Popocatepetl, a partir de modelado gravimétrico.

VUL-25 CARTEL

CORRIENTES DE DENSIDAD PIROCLÁSTICA EN EL VOLCÁN DE COLIMA.

Saucedo Ricardo¹, Macías José Luis², Gavilanes Juan Carlos³, Bursik Marcus⁴ y Vargas Víctor²¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP²UNAM³UCOL⁴U de Buffalo N.Y.

rgiron@uaslp.mx

El volcán de Colima se localiza en la parte oeste del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano y es considerado uno de los volcanes más peligrosos de México. En los últimos ~500 años ha generado un número importante de corrientes de densidad piroclástica de volumen pequeño (CDPs) producto tanto del colapso como por la destrucción explosiva de domos, así como corrientes de densidad piroclástica (CDP) producto del colapso de columnas plinianas en 1690, 1818 y 1913, donde la última generó CDP con alcances máximos de 15 km. Por su parte, las CDPs ocurridas en 1991, 1994, 1998-1999, 2003, 2004 y 2005 fueron extensamente videogradas y fotografiadas, y sus depósitos ampliamente estudiados. En el presente trabajo, se resumen los eventos que generaron CDPs durante el siglo pasado y lo que va del presente, donde se aporta información relacionada al desarrollo de los diferentes episodios eruptivos, estratigrafía, características granulométricas y componentes de los depósitos, así como alcances, movilidad (H/L) y volúmenes, información que permitió entender de mejor forma el efecto de la topografía, fragmentación y volumen en el mecanismo de transporte y deposición de las Corrientes de densidad piroclásticas de volúmenes pequeño, producto de destrucción de domos.

VUL-26 CARTEL

MONITOREO GEOQUÍMICO DEL VOLCÁN CHICHÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE ESPECIES DE AZUFRE EN EL AGUA DEL LAGO CRATÉRICO

Casas Ramos Ana Silvia¹, Armenta Hernández María Aurora² y Ramos Hernández Silvia³¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM³Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

anasilviacasas@gmail.com

El monitoreo geoquímico del volcán Chichón, localizado al suroeste del Estado de Chiapas, representa una actividad de suma importancia dados los antecedentes eruptivos del mismo; la erupción del 28 de Marzo de 1982 fue el peor desastre volcánico de la era moderna en México. Para contribuir a la mitigación del riesgo volcánico se plantea el establecimiento de metodologías analíticas para la determinación de diversas especies de azufre presentes en el lago cratérico que se formó después de la última erupción. Por medio de Cromatografía HPLC y Espectrofotometría UV-visible se determinarán dichas especies y se intentarán establecer vínculos entre su presencia, concentraciones, características fisicoquímicas generales del lago, variaciones temporales y la actividad del Volcán Chichón, con el fin de tener un mejor conocimiento del estado del sistema hidrotermal, y de la dinámica interna del Volcán, y contar con más elementos para determinar periodos de posible inquietud del mismo. En este trabajo se presentan los avances en la puesta a punto de las metodologías de los procesos de análisis para el monitoreo del Volcán a corto y largo plazo. A la fecha se han determinado los procedimientos analíticos pertinentes para el muestreo y análisis de dichas especies (preservación, condiciones operativas de los equipos, cantidad de muestras, dilución de las mismas, etc.) según diversos estudios en distintos volcanes con lagos cratéricos (Volcán Poás, Costa Rica; Kusatsu-Shirane, Japón); se han realizado 2 muestreos de agua en diversos sitios del lago; el 29 de Marzo y el 11 Junio del 2014, en cada uno se tomaron distintas muestras y se preservaron según la especie a analizar. Se han llevado a cabo los análisis de sulfatos por cromatografía HPLC de los muestreos mencionados y se trabaja en la determinación de las demás especies, así como en la interpretación general de su presencia y abundancia en el lago y su relación con el estado del Volcán. Como conclusiones preliminares se tienen: ? La obtención de una curva de calibración para el análisis por cromatografía HPLC de sulfatos para las muestras del 11 de Junio, con un rango de concentraciones óptimo para las concentraciones del agua del lago (de 8 a 160 mg/L), que tiene un ajuste lineal de primer orden y un $r^2 = 0.999504$? Las concentraciones de sulfatos de las muestras cuyo valor promedio fue de 562.8 mg/L

VUL-27 CARTEL

QUALITATIVE ANALYSIS OF POPOCATÉPETL ASH BY X-RAY DIFFRACTION

González Guevara José Luis, Agustín Serrano Ricardo, Quintanilla

Zurita Alejandra, Barquera Zamora Karla E., Torres Carreón

Ivonne, Arévalo Aguilar Luis Manuel y Palomino Merino Rodolfo

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

jose.gogu@gmail.com

A qualitative study by X-ray diffraction of fallout ash from Popocatepetl volcano has revealed a consistent picture of mineralogical and elemental composition. The major components observed are albite, enstatite, forsterite, iron oxide and magnetite. In this opportunity we are comparing the studies between 2012 ash fall event with the contingency of may 7, 2013.

VUL-28 CARTEL

A POLLUTION TRANSPORT MODEL TO CALCULATE THE IMPACT OF SULFUR DIOXIDE FROM VOLCANIC EMISSIONS ON PUEBLA METROPOLITAN ZONE

González Guevara José Luis, Salazar Barrera Juan Carlos y Pezzat Ruiz Christopher Amir

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

jose.gogu@gmail.com

A modeling based upon solution to the pollution transport model we used to calculate the impact of sulfur dioxide from volcanic emissions in Puebla city. On May 7, 2013, the Popocatepetl volcano registered intensive activity. The measurements of this pollutant (SO₂) in the stations belonging to Puebla City Atmospheric Monitoring Network (REMA, by its Spanish acronym) show that during the analyzed period, this volcanic emissions affected the air quality, increasing the indexes of sulfur dioxide. Also, the results of applying the pollution transport model to this sulfur compound explains the measurements from four stations belonging to REMA. The mathematical model shows significant concentrations of sulfur dioxide on Puebla Metropolitan Zone (ZMVP, by its spanish acronym) and the Mexican Official Norm was exceeded during the contingency. The computational program was made in programming MATLAB and had two hours of running.

VUL-29 CARTEL

ESTUDIO DEL MECANISMO DE GENERACIÓN DE OSCILACIONES DE LARGA DURACIÓNMendo Pérez Gerardo Manuel¹, Arciniega Ceballos Alejandra² y Carrillo Antonio²¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP²UNAM

gerardomendo@gmail.com

La generación de oscilaciones de larga duración relacionadas con actividad volcánica se asocia con varios procesos físicos en los que las condiciones de presión juegan un papel determinante. Entre los múltiples mecanismos destacan el fracturamiento de la roca de la estructura de los conductos volcánicos y aquellos procesos dominados por la dinámica de los fluidos magmáticos. Estos procesos se conjuntan en un mecanismo de interacción dinámica entre las rocas circundante y los fluidos magmáticos en los que se desconoce el mecanismo detonador. En este trabajo exploramos un modelo paramétrico que propone que el flujo puede inducir oscilaciones de larga duración. En este modelo se asume un sistema masa – resorte con amortiguamiento que simula un canal elástico de abertura variable y por el cual fluye un fluido Newtoniano, incompresible y viscoso. Las paredes del canal responden a los cambios de velocidad del flujo. El modelo es gobernado por dos ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales de tercer orden y cuya solución es obtenida mediante el método de RungeKutta de cuarto orden. Se calculan sintéticos usando fluidos de diferentes composiciones y se discuten los conceptos propuestos, los alcances y limitaciones del modelo para explicar la generación de oscilaciones de larga duración en ambientes volcánicos.

VUL-30 CARTEL

EVALUACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO (RVR) PARA LOS VOLCANES MEXICANOS

Espinasa-Pereña Ramón, Nieto Torres Amiel y Hernández Oscay Ariadna

Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED

respinasa@cenapred.unam.mx

A partir de la consulta de bases de datos e Informes Internos del CENAPRED, y de numerosos artículos publicados (ej. Varley, 2012), se concluyó que en México existen 48 volcanes y campos volcánicos de posible a probable edad Holocénica. Determinar el riesgo relativo de cada uno de estos 48 volcanes es importante para poder priorizar la atención que se les preste, en el marco del Sistema Nacional de Alertas y el Servicio Vulcanológico Nacional. Para ello, se modificó la metodología de Ewert (2005), para adaptarla a las condiciones geográficas y demográficas de México. La evaluación del peligro relativo de cada volcán se hizo a partir de su historia eruptiva, tipos de peligros característicos, recurrencia y nivel de actividad. Para calificar la vulnerabilidad se asignaron valores dependiendo de la densidad y distribución de la población y de la infraestructura que estaría expuesta en caso de una erupción. Para el caso de campos monogenéticos los valores de población se calcularon considerando la densidad de población media del campo. Los datos de población e infraestructura expuesta se obtuvieron mediante el Atlas Nacional de Riesgos. El producto del peligro por la vulnerabilidad permite obtener el Riesgo Volcánico Relativo (RVR) que representa cada volcán. Para los 48 volcanes Holocénicos de México, se obtuvieron valores que permitieron categorizarlos en cinco niveles de riesgo, desde Muy Alto (Nivel 5) hasta Muy Bajo (Nivel 1). Es importante destacar que no se está evaluando la probabilidad de que un volcán haga o no erupción, sino el riesgo que una erupción de ese volcán representa, considerando la población y los bienes expuestos. Dependiendo del nivel de riesgo, se propone el tipo de instrumentación mínima requerida, considerando que, para nivel 1, el monitoreo debe permitir reconocer la aparición de actividad anómala; en el nivel 2 debiera permitir establecer el nivel base de actividad; el nivel 3 permitirá la detección de posibles precursores de actividad eruptiva y el seguimiento de ésta; en el nivel 4 deberá poderse detectar y seguir los cambios pre-eruptivos y eruptivos en tiempo real, con una comprensión básica de los fenómenos que están ocurriendo. Por último, los volcanes de RVR 5, así como cualquier volcán que se encuentre en erupción, deben tener un sistema de monitoreo que permita seguir los cambios detallados de la actividad, en tiempo real, así como desarrollar, probar y aplicar modelos a la actividad presente y futura. Un análisis de deficiencias, comparando la instrumentación existente en cada volcán con la recomendada, permitirá priorizar la atención que debe darse a cada volcán. Referencias: Ewert, J.W., Guffanti, M. and Murray, T.L., 2005, An assessment of volcanic threat and monitoring capabilities in the United States: Framework for a National Volcano Early Warning System; United States Geological Survey, Open-file Report 2005-1164, 62 p. Varley, N.R., 2012. The Volcanoes of Mexico. In: R.A. Meyers (Editor), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, 12,586 p.

VUL-31 CARTEL

TREMOR VOLCÁNICO Y SU DISTRIBUCIÓN DE DURACIÓN-AMPLITUD EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETLArámbula-Mendoza Raúl¹, Valdés González Carlos M.², Varley Nick³, Reyes Pimentel Thalía Alfonsina² y Juárez García Bernabé²¹CUEIV, Universidad de Colima²CENAPRED³Facultad de Ciencias, UCOL
raul_arambula@ucol.mx

El volcán Popocatepetl comenzó una nueva etapa de actividad en Diciembre de 1994, partir de esa fecha el tremor ha sido una señal sísmica persistente en muchos episodios eruptivos durante todo este tiempo. En el Popocatepetl se han identificado 3 tipos de tremor: armónico, espasmódico y pulsante, todo ellos con un contenido espectral situado en las bajas frecuencias. El estudio realizado en este trabajo fue el de calcular la distribución de la duración-amplitud sísmica (desplazamiento reducido) de diferentes periodos eruptivos en los cuales se observó esta actividad. Esta distribución es similar a la hecha para eventos tectónicos conocida comúnmente como la relación de Gutenberg-Richter. La estación de banda ancha de Canario en su componente vertical (PBPV) localizada a 2 km del cráter es la utilizada en este estudio. El primer evento analizado fue un episodio de Diciembre del 2000, en el cual se presentó un tremor armónico de gran amplitud asociado al mayor crecimiento de un domo de lava en el Popocatepetl. También se estudiaron periodos de tremores tanto armónicos como espasmódicos durante las erupciones de Mayo del 2012 y de Abril, Mayo y Julio del 2013. Un ajuste exponencial fue hecho utilizando las series de tiempo del desplazamiento reducido, con el pudimos obtener la máxima amplitud, así como la pendiente de la recta asociada a la distribución y la amplitud media de todos los episodios de tremor. Como resultado encontramos que el mayor desplazamiento observado es de 265.4 cm2 con un desplazamiento medio de 66.6 cm2, el cual corresponde al tremor armónico registrado en Diciembre del 2000. En cuanto a la mayor amplitud registrada por un tremor espasmódico se encuentra la emisión de ceniza del 13 de Abril del 2013, con una amplitud máxima de 107.2 cm2 y un promedio de 17.5 cm2. También se compararon los valores máximos del tremor espasmódico con la altura de las emisiones asociadas de gas y ceniza reportadas por el CENAPRED, encontrándose poca correlación, esto debido principalmente a que el viento es un factor importante que influye en la altura de la pluma o columna eruptiva. Como conclusión podemos decir que los episodios de tremor armónico tienen las mayores amplitudes y un mayor tiempo sostenido de altas amplitudes, más que los tremores espasmódicos. Particularmente los episodios de tremor armónico han sido asociados con ascenso de magma y formación de domos, mientras que el espasmódico está asociado a la fragmentación del magma y a la circulación de gases por el conducto. Finalmente, el cálculo de la distribución de la duración vs amplitud es importante en el monitoreo volcánico, debido a que nos ayuda a cuantificar el tremor y compararlo con episodios pasados y con la actividad en otros volcanes, es por eso que es ampliamente recomendado para su incorporación en el monitoreo sísmico del Popocatepetl y otros volcanes.

VUL-32 CARTEL

MEDICIONES DE SO2 Y BRO EN LA PLUMA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Fickel Matthias y Delgado Granados Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM

mfickel@geofisica.unam.mx

El volcán Popocatepetl es uno de los emisores individuales más fuertes de bióxido de azufre (SO2) en el mundo. Desde hace más de 6 años cuenta con un sistema de monitoreo de sus emisiones de gas que consiste de una red de 4 instrumentos DOAS (Espectroscopia de Absorción Óptica Diferencial) que aprovechan de la luz solar dispersa para detectar la absorción característica de dicho gas en la pluma de emisión del volcán y cuantificarlo. En esta contribución se van a discutir efectos que ocurren cuando cantidades especialmente altas de gas están presentes en la pluma. En estas situaciones, el rango espectral utilizado en la evaluación de los datos puede afectar considerablemente los resultados y el uso del rango típicamente aplicado en el monitoreo puede llevar a una subestimación relevante de la emisión. Monóxido de bromo (BrO) es otro gas que se encuentra en la pluma de emisión del volcán y que se puede medir con los mismos instrumentos. Se van a presentar relaciones que se encontraron entre los dos gases con la red DOAS.

VUL-33 CARTEL

DETECCIÓN Y FILTRADO DE NUBES METEOROLÓGICAS EN LAS MEDICIONES DOAS DURANTE EL MONITOREO DE GASES VOLCÁNICOS EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL.

Cortes Ramos Jorge¹, Delgado Granados Hugo¹, Fickel Matthias¹, Campion Robin¹ y Álvarez Nieves José Manuel²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Ambher

jorge@geofisica.unam.mx

El estado actual del monitoreo volcánico está determinado en su mayoría por la detección remota de la actividad volcánica. En este sentido, el monitoreo de gases volcánicos es un buen ejemplo de aplicación de los sensores remotos para el monitoreo en tiempo real y para el análisis de la actividad volcánica. Sin embargo, las distintas mediciones hechas hasta el momento indican que la nubosidad es un factor importante en el desempeño de este tipo de sensores, sobre todo si se trata de cuantificar la actividad volcánica a partir de dichas mediciones. Esto ocurre en el caso del volcán Popocatepetl donde las mediciones con los sistemas DOAS-fijos son las más afectadas por la nubosidad presente. En este trabajo se desarrollan dos métodos para la detección y cuantificación de las nubes meteorológicas durante la adquisición de los datos DOAS. Se muestran los pros y contras de ambos métodos enfatizando también los costos/beneficios de cada uno de estos. Finalmente, se muestran los avances logrados en la detección y cuantificación de nubes a partir de los datos de índice de color, intensidad, saturación y tiempo de exposición a partir de las mediciones con el equipo DOAS instalado sobre los alrededores del volcán Popocatepetl. Siendo éste uno de los métodos con mayor expectativa (costo/beneficio) en la corrección de las mediciones de gases debido a los efectos de la nubosidad al momento de adquisición.

VUL-34 CARTEL

ESTUDIOS DE GASES VOLCÁNICOS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA FTIR DE EMISIÓN TÉRMICA

Meza Israel¹, Taquet Noemie², Stremme Wolfgang¹, Grutter Michel¹ y Delgado Granados Hugo²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

israel@atmosfera.unam.mx

El Popocatepetl es un estratovolcán andesítico-dacítico que ha presentado varias erupciones Plinianas en los últimos cinco mil años. En los últimos 20 años ha tenido actividad efusiva y explosiva en forma alternada, la primera con crecimiento de domos de lava en el cráter y la segunda ha implicado la destrucción de los mismos. El Popocatepetl es actualmente uno de los volcanes con mayor emisión de gases en el mundo y necesita observación constante. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) junto con la UNAM, han establecido cuatro tipos de monitoreo en el volcán: visual, sísmico, geodésico y geoquímico. Las técnicas de medición remota de gases generalmente fundamentados en espectroscopía, permiten hacer mediciones de gases con mayor cobertura espacial desde lugares accesibles, disminuyendo los riesgos para quienes las llevan a cabo. En este estudio proponemos una metodología de espectroscopía FTIR utilizando la emisión térmica de la pluma volcánica para caracterizar y cuantificar varios gases volcánicos continuamente (día y noche). Para la simulación de la transferencia radiativa con absorción y emisión se necesita un modelo directo complejo que depende de los perfiles de gases, de temperatura, de presión y de la función de línea instrumental. Proponemos adaptar un código de recuperación de perfiles SFIT4. Este código es la nueva versión de SFIT2 que integra la emisión térmica. SFIT4 es originalmente desarrollado por la NASA y otras instituciones para el análisis de espectros de absorción solar en el marco del "Network Detection of Atmospheric and Composition Change" (NDACC). La recuperación de perfiles del código SFIT4 es basado en el método de estimación óptima (OEM) de Rodgers (1976, 1990, 2000). Adapta las concentraciones de los gases volcánicos y atmosféricos en las diferentes altitudes para lograr una mejor reproducción del espectro medido. Presentamos resultados preliminares de espectros medidos del volcán Popocatepetl desde Altzomoni en el Parque Nacional Izta-Popo, así como un diagnóstico completo y discusión de errores.

Sesión Especial

North American Monsoon Experiment (NAME) 10th Anniversary Symposium

Organizadores:

Theodore J. Bohn
Jaime Garatuza Payan
Enrique R. Vivoni

SE01-1

CLIMATE VARIABILITY AND CHANGE AND THE NORTH AMERICAN MONSOON: WHAT HAVE WE LEARNED SINCE NAME AND WHERE ARE WE GOING?

Castro Christopher
University of Arizona
castro@atmo.arizona.edu

One of the two major scientific objectives of the North American Monsoon Experiment was to assess the long-term variability of the monsoon, on seasonal forecast timescales and longer. This presentation will summarize progress towards this end made in the last decade, emphasizing approaches that involve data analyses and dynamical modeling. Seasonal variability of the monsoon is related to large-scale atmospheric teleconnections, antecedent land surface conditions and variations in sea surface temperatures in the Gulf of California and eastern Pacific. With appropriate consideration of these factors, there may be some skill in deterministically predicting the monsoon on seasonal forecast timescales. Climate change projections of the monsoon have been considered in the context of Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) global models (Version 3 and 5) or by downscaling these models. These will be collectively discussed in the context of long-term changes in atmospheric and thermodynamic conditions. Consideration of the recent observational record would suggest that some of the projected changes are probably already occurring. To address the major outstanding physical uncertainties in seasonal forecasting and climate change projection will ultimately require high-resolution modeling at a convective-permitting scale, where organized convective structures can be realistically represented.

SE01-2

A PARTIAL MECHANISTIC UNDERSTANDING OF THE NORTH AMERICAN MONSOON

Mitchell David y Erfani Ehsan
Desert Research Institute
david.mitchell@dri.edu

An understanding of the North American monsoon's (NAM) major governing processes is necessary to guide improvement in global and regional climate modeling of the NAM, as well as the NAM's impacts on the summer circulation, precipitation and drought over North America. A partial mechanistic understanding of the NAM is suggested by incorporating local- and synoptic- scale processes. The local scale mechanism describes the effect of the temperature inversion over the Gulf of California (GC) on controlling low-level moisture during the North American Monsoon Experiment (NAME) in 2004. The strong low-level inversion inhibits the exchange between the moist air in the marine boundary layer (MBL) and the overlying dry air. This inversion weakens with increasing GC sea surface temperatures (SSTs) and generally disappears once SSTs exceed 29°C, allowing the moist air trapped in the MBL to mix with free tropospheric air. This leads to a deep, moist layer that can be transported inland by low-level jets or onshore sea breezes to form thunderstorms. More recent research provides additional observational evidence for this local mechanism based on the 2012 NAM season. Satellite measurements of SST, rainfall, cloud top height and deep (convective) cloud frequency were used to show that once SSTs in the lower 2/3 of the GC exceeded 29°C, rainfall amounts and the frequency of deep convection over the NAM core region (NW Mexico) dramatically increased. Moreover, a few days after SSTs in the northern GC attained 29.5°C, rainfall over Arizona dramatically increased. This is consistent with previously published research. On the synoptic scale, climatologies from 1983 to 2010 exhibit a temporal correspondence between coastal warm tropical surface water, NAM deep convection, the NAM anticyclone center and NAM-induced strong descent. A hypothesis is proposed to explain this correspondence, based on limited soundings south of the GC (that suggest this local mechanism may also be active in that region), these climatologies and the relevant literature. The hypothesis states that the warmest SSTs moving up the coast may initiate NAM convection and atmospheric heating, advancing the position of the anticyclone and the region of descent northwards. By advancing the position of the anticyclone northwards, the SSTs affect the general circulation pattern, bringing in mid-level tropical moisture to fuel the NAM.

SE01-3

THE NORTH AMERICAN MONSOON IN A 7KM MESH GLOBAL MODEL

Mapes Brian¹ y Adams David²
¹University of Miami
²UNAM/CCA
mapes@miami.edu

Resolution is a major challenge for modeling the North American Monsoon (NAM). We will examine the NAM as depicted in a unique new data set: the 7km, two-year "nature runs" of the NASA GEOS-5 non-hydrostatic global model with explicit convection and high-resolution topography. High resolution models have had difficulties in properly organizing convection on the mesoscale. The

consequences are non-trivial as up to 70% of NAM convection has its origins in mesoscale convective complexes. Does this new, high resolution model overcome this challenge? To address this question, we will examine case studies and weather loops. Because topography and coastlines are adequately resolved, station observations from NAME and the more recent North American Monsoon GPS Transect Experiment 2013 can be meaningfully compared to grid point values in a quantitative, albeit statistical manner.

SE01-4

CHALLENGES IN UNDERSTANDING AND PREDICTING RAINFALL EXTREMES IN THE NORTH AMERICAN MONSOON

Cavazos Tereza¹, Torres-Alavez Abraham¹, De Grau Pamela¹ y Cerezo-Mota Ruth³
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²University of Nebraska
³SISAL, UNAM
tcavazos@cicese.mx

Since the late 1990s, the overall goal of the Pan American CLIVAR Research on the North American Monsoon System (NAMS) has been to determine the sources and limits of predictability of warm season precipitation with emphasis on time scales ranging from daily to interannual. Following this goal, some of the objectives of the North American Monsoon Experiment (NAME) were to examine the nature, forcing, predictability and impacts of the monsoon system in the region. A very significant aspect of monsoon precipitation is to understand local and remote forcing mechanisms associated with extreme precipitation under current and climate change conditions. A review of some of these mechanisms is presented here, as well as some of the challenges for improving the diagnosis, short-term prediction, and projections of extreme precipitation under climate change conditions.

SE01-5

LONG-TERM GRIDDED METEOROLOGICAL OBSERVATIONS OVER THE CONTINENTAL US, MEXICO, AND SOUTHERN CANADA, 1950-2013: ASSESSMENT OVER THE NORTH AMERICAN MONSOON REGION

Bohn Theodore¹, Livneh Ben¹, Muñoz Arriola Francisco³, Robles-Morua Agustín¹, Vivoni Enrique¹, Pierce David² y Vose Russell⁶
¹School of Earth and Space Exploration, Arizona State University
²Earth System Research Laboratory, National Oceanographic and Atmospheric Administration
³School of Natural Resources, University of Nebraska
⁴Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora
⁵Scripps Institution of Oceanography
⁶National Climate Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, Asheville, NC, USA
theodore.bohn@asu.edu

The North American Monsoon (NAM) is a critical component of the water resources of the arid regions on both sides of the US-Mexico border. Gridded datasets of observed surface meteorology play a key role in furthering our understanding of the behavior and governing mechanisms of the monsoon, both through observational analyses and as forcings for hydrologic models. Here we present the first dataset of gridded meteorology that covers the entirety of both Mexico and the USA and the southern portion of Canada, at 1/16 degree spatial resolution, with consistent gridding across the border. Observations in the US and Mexico were taken from the 20,000-station NOAA Cooperative Observation (COOP) network and the 5,000-station Servicio Meteorológico Nacional (SMN) network, respectively, covering the period 1950-2013. The available data fields include observed daily precipitation, air temperature and wind speed, as well as derived shortwave and longwave radiation and humidity. In addition, hourly versions of all fields were derived from the daily quantities. Gridded precipitation values were rescaled to match a monthly climatology over North America over the period 1981-2010 derived from the GHCN network, which accounts for changes in precipitation with elevation. We will compare this dataset to the North American Regional Reanalysis (NARR) and the North American Land Data Assimilation (NLDAS) datasets, with an emphasis on performance over the NAM region.

SE01-6

ASSESSING CHANGES IN THE SPATIAL AND TEMPORAL EXTENT OF THE NORTH AMERICAN MONSOON AND ASSOCIATED ECOSYSTEM CHANGES FROM 1982 TO 2008.

Scheftic William y Zeng Xubin
The University of Arizona
scheftic@email.arizona.edu

Variations in the North American Monsoon climate will influence how monsoon-dependent ecosystems change. The purpose of this work is to improve our understanding of the physical extent, seasonality and interannual variability of the monsoon and whether there are related changes in the phenology of vegetation within the monsoon domain. In this project, using North American

Regional Reanalysis (NARR) and North American Land Data Assimilation System (NLDAS) data from 1982 to 2008, we create an objective monsoon onset and withdrawal identification based on a monsoon being defined as a sharp warm-season increase in precipitation or moisture as a result of a change in the wind velocity. Preliminary results suggest that the length of the meteorological monsoon has decreased over the past three decades over most of the monsoon region, whereas the length of the NDVI-based greening period of vegetation has increased slightly over the core monsoon region but has decreased outside of the region. Furthermore, analysis of the precipitation has shown that while monsoon-based precipitation has remained steady or even decreased slightly over monsoon areas, the percentage of annual precipitation that has occurred during the monsoon has actually increased.

SE01-7

LAS INTERACCIONES ATMÓSFERA-TIERRA DURANTE EL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE

Vivoni Enrique
Arizona State University, ASU
vivoni@asu.edu

A partir del Experimento del Monzón de América del Norte se han logrado avances importantes sobre el conocimiento del sistema climatológico y su interacción con la superficie terrestre. En esta plática, se hace un resumen sobre el papel que tienen los ecosistemas diversos de la región del Monzón sobre el desarrollo y la persistencia de dicho fenómeno. Este enfoque ecohidrológico permite decifrar los lazos entre la atmósfera, la superficie terrestre y el rol activo de los ecosistemas. Se presenta evidencia de la variación geográfica de dichas interacciones en base a análisis de datos de campo, de percepción remota y el uso de modelos ecohidrológicos a niveles locales y regionales. Además, discutimos los mecanismos ecohidrológicos causados por el enverdecimiento de los ecosistemas sobre los flujos de agua en la superficie terrestre, principalmente la evapotranspiración y su partición en componentes de la evaporación de suelo desnudo, la transpiración y la evaporación de agua interceptada en el dosel de las plantas. Finalmente, se discuten las avenidas de investigación que posiblemente ilustren la importancia relativa de los ecosistemas regionales en el desarrollo dinámico del Monzón de América del Norte.

SE01-8

THE IMPACT OF THE NAME – 10 YEARS ON

Douglas Michael
Cooperative Institute for Mesoscale Meteorological Studies, University of Oklahoma
douglasnoaa@gmail.com

The North American Monsoon Experiment (NAME) took place during the summer of 2004, mostly over northwestern Mexico and the extreme southwestern USA. Special observations ranged from simple enhancements of the rain gauge network to complex (and expensive) measurements by research ships, radars, and aircraft. As in most field programs, there was funding for follow-on research and a substantial number of publications resulted from the effort. This talk does not focus on the results of such publications but rather what did not happen with some of the observations collected. In particular, certain data sets appear to not have been extensively used by the Mexican research community - especially observations from the research aircraft and the composite meteorological sounding network. Much information remains to be gained from examination of these observations. The reasons for this likely include 1) the assumption that such observations remain proprietary to the researchers, 2) the lack of awareness of the observations by non-participants of NAME, and perhaps most seriously, 3) the lack of a substantial "weather" research community in Mexico (or at least northern Mexico) - as opposed to the substantial Mexican "climate" research community. The lack of such a research community has limited the impact of NAME observations (which were fundamentally "weather" observations because of their short duration) on Mexican operational weather and climate prediction services and their products. For example, the current observational and forecasting capabilities over the core NAME area (northwestern Mexico) appear no better than prior to NAME. The talk concludes with a call for a reexamination of the NAME observations by the Mexican scientific community, with a parallel effort to transfer some of the knowledge to the Mexican institutions involved in weather and climate prediction. Some specific suggestions are offered, including 1) a compilation of NAME research results that can be understood - and applied, by the operational communities in Mexico and 2) a white paper discussing NAME, its components, and what was gained by the Mexican meteorological community (and perhaps where to go from here?). The latter could prove to be a valuable exercise for the Mexican atmospheric science research community.

SE01-9

LONG-TERM SURFACE CARBON DIOXIDE AND WATER FLUX MONITORING AT A SUBTROPICAL SHRUBLAND IN THE CORE OF THE NORTH AMERICAN MONSOON REGION

Garatuza-Payan Jaime¹, Tarin Tonantzin^{1,2}, Rodríguez Julio Cesar³, Méndez-Barroso Luis^{4,5}, Robles-Morua Agustín¹, Watts Christopher J.³, Vivoni Enrique⁶ y Yezpe Enrico A.¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON

²University of Technology Sydney

³Universidad de Sonora, UNISON

⁴Arizona State University

⁵Instituto Tecnológico de Sonora

⁶Arizona State University, ASU
garatuza1@gmail.com

In the North American Monsoon (NAM) region, climate conditions and the concomitant responses of the surface vary widely intra- and inter annually which demands a monitoring system capable of detecting change rapidly and over time. Real time and continuous measurements of CO₂ and water exchange at the surface-atmosphere interphase are key to understand environmental controls of ecosystem performance and the surface feedback to the atmosphere. Relying on measurements of CO₂ and water fluxes with the eddy covariance technique, the present work presents results from a long-term monitoring effort (2008-2013) at a subtropical shrubland within the NAM core region in north western México. Results suggest that the capacity for assimilating or emitting CO₂ to the atmosphere of this ecosystem is highly variable within seasons and across years, but that the annual balance depends on the quantity and temporal frequency of precipitation events during the growing season associated with the NAM. Furthermore, legacies of soil moisture and the capacity of water transport by the vegetation, as well as the availability of substrates for organic matter decomposition controlling ecosystem's metabolic capacity seem determinant for the net ecosystem transfer of CO₂ to the atmosphere and therefore control carbon sequestration capacity and water balance of this system. A thorough understanding of the temporal variability of these parameters and their interaction allow generating a baseline of fundamental knowledge of this system that will contribute to develop an early warning system for climate change within the NAM region. Keywords: Eddy Covariance, MexFlux, Net Ecosystem Exchange, Ecohydrology, Rayon.

SE01-10

A 10 AÑOS DEL NAME , PERSPECTIVA DEL USO DEL GPS PARA EL ESTUDIO DEL MONZÓN DE NORTEAMÉRICA/ THE USE OF GPS TO STUDY THE NORTH AMERICAN MONSOON (NAME: 10 YEARS LATER)

Minjarez Carlos
Universidad de Sonora, UNISON
carlos.minjarez.s@gmail.com

En 2004 fue desarrollado el Experimento del Monzón de Norteamérica (NAME, por sus siglas en inglés) teniendo como foco el suroeste de Estados Unidos y Noroeste de México. En aquel tiempo, en esta región, era apenas incipiente la red de monitoreo de vapor de agua usando antenas receptoras de GPS basadas en tierra. Hoy, a 10 años del NAME, la red de monitoreo se ha multiplicado representando una excelente fuente de datos y oportunidades tangibles de investigación del monzón norteamericano. Incluso se desarrolla una red de monitoreo mexicana llamada TLALOCNET. En esta charla, hablaremos brevemente de la técnica del uso del GPS para monitorear vapor de agua atmosférico y se darán las perspectivas de estudio del Monzón de Norteamérica usando la misma. In 2004, the North American Monsoon Experiment (NAME) was implemented mainly in southwest U.S. and northwest Mexico. Those years, the GPS network for the monitoring of atmospheric water vapor was emerging in this region. Now, 10 years later, the NAME network has grown and represents an extraordinary source of data and research opportunities for the monsoon. Furthermore, a Mexican network called TLALOCNET is in the process of development. In this presentation, we will provide a short explanation of the technique to estimate atmospheric water vapor and provide some research perspectives regarding the study of the monsoon by using the GPS technique.

SE01-11

THE NORTH AMERICAN MONSOON GPS TRANSECT EXPERIMENT 2013

Adams David y Ramos Pérez Omar
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
dave.k.adams@gmail.com

The need for observations in Northwest Mexico strongly motivated the NAM GPS TRANSECT Experiment 2013; however, the goals of this experiment are much broader. The GNSS/GPS technique for providing water vapor measurements has now been used for almost two decades, particularly for validation, observational studies and forecasting. But these applications have been essentially confined to the mid- latitudes, and scarcely employed in the Tropics. Furthermore, GPS PWV has rarely been utilized for small-scale, process-oriented studies of deep

convection and its organization. With this in mind, the Transect Experiment has three principal aims: (1) to address basic science questions regarding the role of water vapor fluxes in the SMO in initiating deep convection and growth into MCSs by utilizing a novel measurement technique, (2) to improve NAM operational forecasts through PWV data assimilation, (3) to build strong international long-term collaborative efforts between Mexico and the U.S. focusing on the climate and meteorology of Northwest Mexico and the Southwest US. The Transect Experiment consisted of 10 GPS meteorological stations in addition to 7 existing Suominet sites (<http://www.suominet.ucar.edu/>). Three specific transects, each with a particular observational goal, constituted the experiment. The first transect from Bahía de Kino to Chihuahua City crossed the highest reaches of the SMO and, hence, was ideal for evaluating the diurnal evolution of water vapor fields and convective initiation over complex terrain. The second transect along the Gulf of California (GoC) coastal plains was designed to capture surges of low-level moisture "gulf surges" propagating up the GoC in addition to other tropical disturbances. The third transect, Los Mochis to Badiraguato, captures the strong precipitation gradient between the GoC and the foothills of Sinaloa, as well as frequent nocturnal MCSs. We present initial results on the diurnal cycle of precipitable water vapor as a function of elevation for both convective and non-convective days. In addition, we introduce typical deep convective timescales derived from GPS precipitable water vapor for convective development across the SMO and along the GoC. We conclude with future work on GPS data assimilation into regional forecast models.

SE01-12 CARTEL

GULF OF CALIFORNIA SEA SURFACE TEMPERATURES AND THE NORTH AMERICAN MONSOON: MECHANISTIC IMPLICATIONS FROM MODELING

Mitchell David¹, Ivanova Dorothea² y Erfani Ehsan¹¹Desert Research Institute²Embry-Riddle Aeronautical University
david.mitchell@dri.edu

Satellite observations suggest that sea surface temperatures (SST) in the northern Gulf of California (GC) may play a critical role in the timing and amount of summer rainfall over the U.S. southwest. In particular, the onset of relatively heavy rainfall occurs after these SSTs exceeded 29°C. Here we explore this idea in a modeling context using the NCAR/Penn State Mesoscale Model Version 5 (MM5) to simulate the onset of the North American monsoon (NAM) in Arizona (AZ) for 1999. This study explores the impact of GC SSTs on factors affecting deep convective precipitation: the regional atmospheric circulation, water vapor mixing ratio, convective available potential energy (CAPE) and convective inhibition (CIN). The impact of GC SSTs on rainfall is also addressed. After analyzing the predicted evolution of the above properties, and their dependence on GC SSTs in numerous MM5 simulations conforming to conditions at the beginning of the 1999 monsoon onset period for AZ, a new understanding emerges as to how the lower atmosphere over the GC may interact with SSTs to release moisture for monsoon rainfall. When the GC SST is 29°C or less, an inversion is present over the GC due to warmer air aloft. When GC SSTs reach 30°C or higher, moist marine boundary layer (MBL) air may become buoyant relative to the drier overlying air. This buoyancy can erode the marine inversion and allow MBL air to mix with the free troposphere. This enhances the moisture content of low-level southerly winds during favorable synoptic conditions, enhancing the moisture flux into AZ. The predicted dependence of the AZ regional rainfall rate on the northern GC SST is remarkably similar to the observed dependence, featuring an abrupt increase in rainfall rate when the SST exceeds 29°C. Both modeling and observations indicate the existence of a threshold SST in the northern GC, which when exceeded results in an abrupt increase in rainfall over AZ. A boundary layer parameterization having high vertical resolution with an accurate treatment of physical processes appears essential for capturing the sensitivity of AZ rainfall to GC SSTs.

SE01-13 CARTEL

MAPEO ISOTÓPICO DE AGUA EN POZOS SOMEROS EN LA CUENCA DEL RÍO CUCHUJAQUI EN LA REGIÓN DEL MONZÓN DE NORTE AMÉRICA

Castro-Lopez Ariel, Lugo-Escorcia Livia D., López-Mercado María E., Javalera-Rincón Fabiola, Garatuzza-Payan Jaime, Robles-Morua Agustín y Yezpez Enrique A.
Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON
mecanik@hotmail.com

Los mapas isotópicos (isoscapes) son una herramienta que permite describir las variaciones espacio-temporales de concentraciones de isótopos estables en diversas matrices ambientales en función de la variabilidad bioclimática. El uso de los mapas isotópicos toma mayor importancia en sitios y regiones con poca exploración isotópica como en México ya que con herramientas geoestadísticas se pueden predecir rangos de variación isotópica de sistemas hidrológicos y que sirvan de apoyo en el manejo de los recursos hídricos. El objetivo de este trabajo es evaluar el mapa isotópico para aguas subterráneas someras de Wassenaar et al. (Geochem. Exp. 2009, 102:123) de la cuenca del Río Cuchujaqui en el noroeste de México, con la finalidad de tener una herramienta validada de utilidad para planeación de recursos hídricos en la región del monzón de Norte América (NAM). Se aplicó el modelo isotópico lineal de Wassenaar et al. para generar el mapa isotópico de $\delta^{18}\text{O}$

y deuterio $\delta^2\text{D}$ en la cuenca del Río Cuchujaqui utilizando un sistema de información geográfica alimentado por variables de elevación, latitud y precipitación anual. Se utilizó un modelo de elevación digital (DEM) (GTOPO30) y la base de datos de WORLDCLIM (~1950-2000) para la precipitación anual media en la cuenca. Los resultados del mapa isotópico para el sitio de estudio fueron comparados con la composición isotópica de muestras de agua de 8 pozos someros distribuidos a lo largo de la cuenca durante la primavera de 2014. El modelo de Wassenaar et al, indica valores de $\delta^2\text{D}$ entre -43 y -53 ‰ y para $\delta^{18}\text{O}$ entre -6 y -7 ‰ mientras que el rango isotópico de las muestras de pozos someros en $\delta^2\text{D}$ fue de -42 a -44 ‰ y para $\delta^{18}\text{O}$ de -4 a -5 ‰. El rango de variación de la composición isotópica de la lluvia entre 2011 y 2013 varío en un rango de (-45 a -46) ‰ para $\delta^2\text{D}$ y de (-5 a -7) ‰ para $\delta^{18}\text{O}$ en la zona de estudio o cual sugiere una probable recarga local de los acuíferos. Los resultados sugieren que el modelo de Wassenaar et al es robusto para una cuenca en la zona central de la región del NAM por lo que su utilización como primera aproximación para exploración hidrogeológica de la región del NAM es útil. Palabras Clave: Isoscapes, deuterio, oxígeno 18, isótopos estables, ecohidrología.

Sesión Especial

Modelación climática regional y CORDEX

Organizadores:

Ruth Cerezo-Mota
Ramón Fuentes-Franco

SE02-1

CORDEX STATUS AND PROGRESS: AN OVERVIEW

Nikulin Grigory
 Rosaby Centre, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, SMHI
 grigory.nikulin@smhi.se

Coordinated Regional climate Downscaling Experiment (CORDEX) sponsored by the World Climate Research Programme (WCRP) aims to coordinate international efforts in both empirical-statistical and dynamical regional climate downscaling. Downscaling activities within the CORDEX framework have been significantly growing worldwide since establishing CORDEX in 2009 and nowadays CORDEX provides downscaled regional climate information for climate change research, impact assessments and adaptation planning. One of the CORDEX tasks is to make downscaled regional climate information easy accessible for end-user communities at regional and local levels. In 2013 the first CORDEX simulations were made openly available on the Earth System grid Federation (ESGF) - an up-to-date federative scientific infrastructure for distributing climate data and since then the number of CORDEX simulations and users have been consistently increasing. A detail overview on the CORDEX activities is provided describing what has been done, what is ongoing and what will be next steps in CORDEX.

SE02-2

MEETING CLIMATE INFORMATION NEEDS OF DECISION MAKERS: NEED FOR AMERICAS' ALLIANCE

Asrar Ghassem R. y Leung Ruby
 Pacific Northwest National Laboratory
 ghassem.asrar@pnnl.gov

The need for science-based climate information at the regional and national level to enable analyses of impacts, vulnerabilities and risks of climate variability and change for adaptation and mitigation choices is well documented both in the scientific literature and a wide range of policy fora. Major efforts are under way to meet this rapidly emerging need in different regions of the world because the manifestation of climate variability and change in different sectors (e.g. agriculture and food, health, water resources, energy and economy, etc.) will differ regionally thus requiring greater regional/national focus. Significant progress has been made on observations, models, understanding and assessment of climate/Earth system climate variability and change at global scale during the past three decades; however, our progress on understanding the regional aspects has been limited. A combination of the need for science-based information and limitations associated with our current ability to meet this need motivated international frameworks and national initiatives such as the Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX), North American Regional Climate Project (NARCAP), etc. These efforts are making great strides to advance the science of regional climate and meet the demand for science-based climate information by decision makers. We believe the American countries can join forces together to make greater progress on the exciting challenges and opportunities ahead. We present a few examples of scientific challenges, especially those associated with water and energy cycle that are key to meeting the urgent need for knowledge about regional climate and availability and distribution of fresh water resources that can benefit from such partnership for greater progress in this region.

SE02-3

A DISCUSSION OF CURRENT CORDEX ACTIVITIES AND PERSPECTIVES FOR THE NEXT PHASE

Giorgi Filippo
 Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy
 giorgi@ictp.it

The COordinated Regional Downscaling EXperiment (CORDEX) was designed with the purpose of assessing and improving regional downscaling techniques (RCDs) (i.e. regional climate models, RCMs, and statistical downscaling, SD) in order to produce a new generation of RCD-based 21st century regional climate projections for use in Vulnerability, Impact and Adaptation (VIA) studies. The CORDEX Phase I framework (Giorgi et al. 2009) envisioned large domains covering all land areas of the globe at a horizontal resolution of ~50 km, an intermediate resolution aimed at maximizing involvement in the program. A number of groups worldwide have completed large sets of RCM simulations over different domains, and the analysis of these experiments is providing important information RCMs and on the value of this multi-model based information for the assessment of the uncertainties characterizing regional projections. In particular, the regional model RegCM4 (Giorgi et al. 2012) of the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) was used to produce a set of 34 projections over 5 CORDEX domains (Mediterranean, Africa, South Asia, Central America and South America) using driving fields from three global climate models (GCMs) and two greenhouse gas concentration scenarios, RCP4.5 and RCP8.5. This effort, named the CORDEX RegCM4 hyper-Matrix (CREMA) experiment was the result of a collaboration across the ICTP, CICESE (Mexico), IIT (India), U. Sao Paulo (Brasil) and Eotvos U. (Hungary). The first part of this paper will provide a summary of the key issues emerging from the first CORDEX results, using illustrative examples drawn from the CREMA and other regional efforts. Among these issues, focus will be given on the added value provided by the use of RCMs.

In addition, relevant examples from the Central America CREMA simulations will be provided. Based on the lessons learned from the Phase I activities, the RCD community is now discussing the design of the second phase of the CORDEX project, and the second part of the paper will describe the main elements of this discussion in order to elicit comments and contributions to this debate. References Giorgi F, Jones C, Asrar GR (2009) Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework. WMO Bulletin 58:175-183. Giorgi F, et al. (2012) RegCM4: Model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. Climate Research 52:7-29.

SE02-4

MULTI-MODEL EXPERIMENTS FOR REGIONAL CLIMATE STUDIES

Arriitt Raymond
 Iowa State University
 rwarriitt@bruce.agron.iastate.edu

The period since the mid-1990s has seen a growth in collaborative experiments that apply multiple regional climate models to studies of climate in various regions. These experiments have considered a range of topics including process studies, seasonal forecasting, and projections of regional climate change. Recent examples of collaborative regional climate modeling experiments include the Ensemble-Based Predictions of Climate Changes and their Impacts (ENSEMBLES) project, the North American Regional Climate Change Assessment Program (NARCCAP), and the ongoing Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX). This presentation gives an overview of coordinated regional climate experiments with a focus on those that include domains within the Americas. Both the advantages and challenges of conducting such experiments are discussed. Strategies for effective design of multi-model experiments are explored, in particular for experiments that use multiple global models to provide initial and boundary conditions for multiple regional models. The presentation also considers the scientific and logistical challenges of organizing and analyzing the large amount of data produced by these experiments.

SE02-5

PROJECTING FUTURE CHANGES IN EXTREME WEATHER DURING THE NORTH AMERICAN MONSOON IN THE SOUTHWEST WITH HIGH RESOLUTION, CONVECTIVE-PERMITTING REGIONAL ATMOSPHERIC MODELING

Castro Christopher, Chang Hsin-I, Luong Thang, Lahmers Timothy y Carrillo Carlos
 University of Arizona
 castro@atmo.arizona.edu

The North American monsoon (NAM) is the principal driver of severe weather in the Southwest U.S. With sufficient atmospheric instability and moisture, monsoon convection over the high terrain initiates in the early afternoon and later may organize into mesoscale convective systems (MCSs). Most monsoon-related severe weather occurs in association with this organized convection, including microbursts, dust storms, flash flooding and lightning. Our objective is to project how monsoon severe weather is changing due to anthropogenic global warming. We first consider a dynamically downscaled reanalysis (35 km grid spacing), generated with the Weather Research and Forecasting (WRF) model during the period 1948-2010. Individual severe weather events, identified by favorable thermodynamic conditions of instability and precipitable water, are then simulated for short-term, numerical weather prediction-type simulations of 24h at a convective-permitting scale (2 km grid spacing). Changes in the character of severe weather events within this period likely reflect long-term climate change driven by anthropogenic forcing. Next, we apply the identical model simulation and analysis procedures to several dynamically downscaled CMIP3 and CMIP5 models for the period 1950-2100, to assess how monsoon severe weather may change in the future and if these changes correspond with what is already occurring per the downscaled reanalysis and available observational data. The CMIP5 models we are downscaling (HadGEM and MPI-ECHAM6) will be included as part of North American CORDEX. The regional model experimental design for severe weather event projection reasonably accounts for the known operational forecast prerequisites for severe monsoon weather. The convective-permitting simulations show that monsoon convection appears to be reasonably well captured with the use of the dynamically downscaled reanalysis, in comparison to Stage IV precipitation data. The regional model tends to initiate convection too early, though correctly simulates the diurnal maximum in convection in the afternoon and subsequent westward propagation of thunderstorms. Projected changes in extreme event precipitation will be described in relation to the long-term changes in thermodynamic and dynamic forcing mechanisms for severe weather. Results from this project will be used for climate change impacts assessment for U.S. military installations in the region.

SE02-6

CORDEX - NORTH AMERICA: WET/DRY YEARS OF THE NORTH AMERICAN MONSOON CORE REGION

Cerezo-Mota Ruth¹, Cavazos Tereza², Torres-Alavez Abraham², Arritt Raymond³, Nikulin Grigory⁴, Moufouma-Ofram William⁵, Sieck Kevin⁶ y Salinas Prieto José Antonio⁷

¹UNAM

²CICESE

³Iowa State University

⁴SMHI

⁵Met Office

⁶Max Plank

⁷IMTA

ruth.cerezomota@gmail.com

Within CORDEX framework, in this work we analysed four different model's output from the CORDEX-North America over the North American Monsoon (NAM) core region. Model precipitation was compared against several observational gridded datasets at different time scales. From this analysis it was found that all four models capture well the annual cycle, however models have some problems to reproduce the interannual variability of the monsoon. To further investigate this, two extreme summer seasons were chosen: one wet (1990) and one dry (2005). It was found that during the wet year the land-sea thermal contrast (LSTC) was stronger, there was a larger number of hurricane near the Gulf of California, the warm pool was more extended, and the ICTZ was located northerly and all these processes contribute to a wetter NAM season. Whereas during the dry year (2005) the LSTC was weaker, with a later onset and a shorter rainy season, probably due to a previous very wet winter.

SE02-7

INTER-ANNUAL VARIABILITY OF PRECIPITATION OVER SOUTHERN MEXICO AND CENTRAL AMERICA AND ITS RELATIONSHIP TO SEA SURFACE TEMPERATURE FROM A SET OF FUTURE PROJECTIONS FROM REGCM4 CORDEX SIMULATIONS

Fuentes Franco Ramón¹, Giorgi Filippo², Coppola Erika², Pavia Edgar³, Diro Gulilat Tefera⁴ y Graef Federico⁵

¹The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, ICTP

²ICTP

³CICESE

⁴UQAM

rfuentes@ictp.it

The precipitation variability over the SMECAM region and its dependence on the gradient between Atlantic and Pacific sea surface temperature (SST) anomalies are verified by comparing how two GCM and four RegCM4 simulations reproduce SST anomaly patterns during wettest and driest years against those seen in observational datasets. RegCM4 does a comparably better job than the driving GCMs. This strong relationship between precipitation and SST anomalies does not appear to change substantially under future climate conditions. For the rainy season, June to September, we find a future change in inter-annual variability of precipitation towards a much greater occurrence of very dry seasons over the SMECAM region, with this change being more pronounced in the regional than in the global model projections. A greater warming of the Tropical Northeastern Pacific (TNP) compared to the Tropical North Atlantic (TNA), which causes stronger wind fluxes from the TNA to the TNP through the Caribbean Low Level Jet, is identified as the main process responsible for these drier conditions.

SE02-8

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN MÉXICO PARA UNA SIMULACIÓN DE 34 AÑOS (1979-2012) CON EL MODELO REGCM4

Méndez-Pérez Juan Matías¹, Méndez-Turrubiates Raúl Fernando¹, Cruz-Pastrana Daniela Alejandra², Cerezo-Mota Ruth³, Luna-Niño Rosa Beatriz⁴ y Ramírez López Ana Karen⁵

¹Universidad Veracruzana, UV

²UNAM

jumendez@uv.mx

En este trabajo se discute la capacidad del modelo de clima regional RegCM4 para simular la variabilidad espacio-temporal de la sequía meteorológica en México y regiones adyacentes, con una resolución horizontal de 50 km. La simulación del modelo es forzada con el reanálisis de ERA-Interim, cubriendo el periodo de 1979 a 2012. Se realiza una comparación entre la precipitación mensual simulada y la observada (CRU TS3.2.1 y estaciones climatológicas). La sequía meteorológica está basada en el cálculo del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI por sus siglas en inglés) para 3, 6, y 12 meses. Finalmente, se muestran y discuten las características (severidad, duración y distribución espacial) de la sequía observada y simulada.

SE02-9

FLOOD RISK ASSESSMENT IN JAMAICA: CASE STUDIES ON COMBINED TERRESTRIAL AND COASTAL FLOOD RISK DRIVEN BY PROJECTIONS OF FUTURE CLIMATE USING THE PRECIS REGIONAL CLIMATE MODEL

Mandal Arpita¹, Wilson Matthew² y Taylor Michael³

¹University of the West Indies, Mona Campus, UWI MONA

²Department of Geography, University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad & Tobago

³Climate Studies Group, Department of Physics, University of the West Indies, Mona, Jamaica
mandalarpitaster@gmail.com

By virtue of its location in the Atlantic hurricane belt, Jamaica is exposed to both terrestrial and coastal flooding from extreme rainfall events and storm surges. The island has experienced severe flooding events, the frequency of which has increased in the last decade concurrent with an increase in the frequency of hurricanes and tropical storms resulting in damage of over US \$1.27 Bn (Planning Institute of Jamaica, 2011). Flooding in Jamaica ranges from riverine as in the Yallahs river watershed in Eastern Jamaica to a combination of coastal and terrestrial in the low-lying areas of Negril in west Jamaica. Terrestrial flood models for Yallahs watershed exist but they date back to 1984 and are not two dimensional flood models. For Negril, however, inland flooding has not been studied previously and no flood risk map exists for the South Negril-Orange river watershed. In addition, this project considers the effects of extreme rainfall on the two topographically distinct yet vulnerable watersheds of Jamaica showing distinct spatial variability in the rainfall patterns. The present research created flood models for the lower Orange and Negril River and the Yallahs river using the HEC-HMS hydrological and the LISFLOOD-FP hydraulic models. Intensity-Duration-Frequency (IDF) for the present day were calculated from measured rainfall data and used to drive the HEC-HMS model of catchment hydrology to produce streamflow levels for a range of exceedance probabilities from the upper sections of the catchments. Calculated streamflows were then used to drive the 2D hydraulic model code, LISFLOOD-FP, capable of flood wave routing and the calculation of overland flow and able to incorporate downstream boundary water-level effects. Storm surges for past events were incorporated in the model through tidal measurements. In this way, the relative importance of storm-surge vs. rainfall in causing flood inundation risk was assessed and mapped. The model was also used to run simulations for tropical storm Gustav which had caused widespread flooding island-wide. IDF curves were then perturbed for future climate using the PRECIS regional climate model with projections of future climate generated using multiple realizations from the PRECIS model for the 2099's forced with two Global Climate Models (HadCM and ECHAM) at its lateral boundaries and run under two different Special Report on Emissions Scenarios (SRES scenarios). For both the watersheds, the rainfall intensities for the different probabilities of exceedances increased under the B2 scenario for both time periods (2040-2070 and 2070-2099). However, the A2 scenario showed a decline in the long term (2070-2099) projections as compared to the mid-term. These future IDF's were then used to drive the HEC-HMS model to generate future streamflows which were then used in the LISFLOOD-FP model, together with projections of future sea-level, enabling the prediction of future flood hazard maps incorporating both terrestrial and coastal flooding.

SE02-10

ANÁLISIS DE 15 MODELOS DE CIRCULACIÓN GENERAL (CMIP3) PARA LA CLIMATOLOGÍA Y TENDENCIAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN MÉXICO

Montero Martínez Martín José¹ y Martínez Jiménez Jessica²

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

²CICESE

martin_montero@tlaolc.imta.mx

La variabilidad climática se ha convertido en uno de los temas más importantes dentro de las ciencias ambientales, ya que actualmente el clima ha presentado variaciones considerables, debido principalmente a modificaciones causadas por el hombre, las cuales alteran el ciclo hidrológico mundial y la circulación atmosférica y oceánica. Lo anterior trae como consecuencia la afectación de variables meteorológicas como la temperatura y precipitación, es por esto la importancia de estudiar las simulaciones de los Modelos de Circulación General (MCGs), con la finalidad de encontrar los MCGs que mejor representen la climatología y la tendencia de dichas variables para la República Mexicana. En el presente estudio se analizó la climatología y la tendencia para la precipitación y la temperatura en 9 zonas de la República Mexicana para el periodo 1961-1990. Para el análisis se hizo uso de 15 MCGs que participaron en el pasado 4to. Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y de la base de datos observados Climatic Research Unit (CRU). De las simulaciones hechas por los MCG se comparó con la base de datos CRU a través de un estudio estadístico en el que se obtuvo la correlación y error cuadrático medio. De dicha simulación se observó que los MCG simularon adecuadamente los patrones de la precipitación y temperatura en el norte del país asociado con el monson y, en el centro y sureste con la sequía intraestival.

SE02-11

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE MODELOS ATMOSFÉRICOS GLOBALES PARA MÉXICO EN 6 VARIABLES ATMOSFÉRICAS

Salinas Prieto José Antonio, Colorado Gabriela, Maya
Magaña María Eugenia y González Robles Maura
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
jsalinas@tlaloc.imta.mx

Se realizó un estudio para calcular el desempeño de 16 modelos de circulación general del experimento CMIP5 (Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados, fase 5, por sus siglas en inglés.) tanto para periodos históricos como a futuro: aplicando los forzantes radiativos de los escenarios RCP2.6, RCP4.5 y RCP8.0 de dos periodos del siglo XXI: de 2015 a 2039 y de 2075 a 2099. El desempeño se evaluó utilizando las observaciones de la base de datos de NARR (North American Regional Reanalysis), con resolución de 0.3°. Las variables analizadas son: precipitación, temperatura, humedad relativa, específica, presión a nivel del mar y viento (tanto zonal como meridional) que ofrezcan información para emprender acciones de adaptación al clima actual y a su posible cambio en 5 regiones mexicanas. Mediante el método de ensamble ponderado llamado REA (Reliability Ensemble Averaging), de los 16 modelos, se estimó el grado de fiabilidad de cada uno de los modelos utilizados. Se destacan los siguientes resultados: 1. En la comparación tanto de los modelos globales como de su ensamble (REA) contra los datos del NARR se observan que no es posible estimar un modelo único como el de mejor desempeño, ya que éste no es homogéneo, es decir, el mismo modelo no estima adecuadamente todas las variables. 2. La incertidumbre se incrementa para el escenario RCP8.5 3. Respecto al futuro lejano (2075-2099) se estiman proyecciones de cambio en eventos extremos (P95) en México: En precipitación desde -1mm hasta 2.5mm. En temperatura máxima desde 2.5°C hasta 8.5°C En temperatura mínima desde 3.0°C hasta 6.0°C Para entender las principales causas de los errores de los modelos, es necesario aplicar regionalizaciones dinámicas y analizar los efectos locales como: la influencia de la abrupta orografía mexicana en la dinámica atmosférica, la ubicación e intensidad de la precipitación asociada a la zona de convergencia intertropical, la intensidad y ubicación de la corriente del pacífico de niveles altos y su relación energética con los frentes fríos, la intensidad y variabilidad estacional de la corriente en chorro de niveles bajos del Caribe y su intercambio energético con las ondas del este, la reproducción adecuada del inicio e intensidad de la precipitación asociada al Monzón de Norteamérica y su relación con la dinámica local como los sistemas convectivos de mesoescala y la orografía

SE02-12

PRONÓSTICO DE LLUVIA POR ENSAMBLE PONDERADO CON EL MODELO WRF PARA LA REPÚBLICA MEXICANA

Mendoza Uribe Indalecio¹ y Rosario de la Cruz José Guadalupe²
¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
²CTI Automation S.A. de C.V.
indalecio_mendoza@tlaloc.imta.mx

El modelo de investigación y previsión del tiempo WRF (por sus siglas en inglés, Weather Research Forecast) es un sistema de predicción numérica de mesoescala sumamente flexible. Se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas para las predicciones meteorológicas, aunque también se puede utilizar para otro tipo de estudios como son la calidad del aire, modelación climática regional y previsión meteorológica a corto plazo. Existen diferentes líneas de trabajo sobre la calibración, validación y mejora del desempeño del modelo para la República Mexicana. Entre dichos trabajos se encuentran la asimilación de datos, corrección estadística y modelación por ensambles. Para esta última, a partir del año 2008, en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, se empezó a correr el modelo WRF en modo ensamble lineal con seis miembros, asignando el mismo peso a cada miembro del ensamble, utilizando como variación entre cada miembro del ensamble la parametrización del esquema de nube cúmulos: Kain-Fritsch, Betts-Miller-Janic, Grell-Devenyi, Grell 3D, Arakawa y Old Kain-Fritsch. A diferencia de otras variables meteorológicas, como es el caso de la temperatura, la lluvia es la variable más difícil de pronosticar. A pesar que el pronóstico por ensamble ha demostrado mejoras en el pronóstico de lluvia a nivel nacional, aun presenta un sesgo con respecto a los registros diarios de precipitación cuando se realiza el pronóstico regional. Este trabajo presenta la mejora en el pronóstico de lluvia acumulada en 24 horas obtenida con el modelo WRF con seis diferentes parametrizaciones de nubes cumulus, dando mayor peso a los miembros del ensamble que tienen un elevado coeficiente de correlación de pearson y un menor error cuadrático medio de las corridas históricas con respecto a los registros diarios de precipitación de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional. Las corridas del modelo WRF se realizaron tomando como condiciones iniciales y de frontera las salidas del modelo GFS (por sus siglas en inglés, Global Forecast System) a medio grado de resolución. La resolución espacial es de 30 km con escritura de resultados cada tres horas. Se considera la lluvia acumulada entre las 12Z del día de inicialización del modelo y las 12Z del día siguiente.

SE02-13 CARTEL

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTERANUAL DE LA REGIÓN CENTRO-NORTE DE MÉXICO USANDO DATOS COMPUESTOS DE NARR-CLICOM

Pineda-Martínez Luis F y Ríos Sánchez Diana Citlalli
Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ
lpineda@uaz.edu.mx

En este trabajo presentamos los resultados de un análisis de la variabilidad climática de la región Centro-Norte de México. Aunque existen varias bases de datos climáticos para México, en la mayoría de ellas no se cuenta con un conjunto de datos históricos suficientes para la investigación del clima a nivel regional ya que también se caracterizan por una extrema desigualdad en la cobertura espacial y temporal. Debido a las limitaciones presentes en las bases de datos climáticos en México para el análisis del clima, el objetivo de este trabajo fue realizar un ensamble de datos de precipitación, temperatura máxima y mínima observados (CLICOM) y de reanálisis (NARR) a una malla regular en un periodo de 1985 a 2010. Los resultados muestran que NARR tiene una alta correlación con datos observados de precipitación y en menor proporción con los datos de temperatura. Al final se logró generar mallas de datos compuestos que representan una gran ventaja de distribución espacial y sin huecos en las series de tiempo.

SE02-14 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA INCERTIDUMBRE EN MODELOS REGIONALES DE PRECIPITACIÓN EN SUDAMÉRICA.

Castillo Pérez Nadia Itzel¹ y Solman Silvina A.²
¹Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CIMA
²CIMA
ncastillo@cima.fcen.uba.ar

La Incertidumbre en las simulaciones climáticas se debe a diferentes fuentes: la variabilidad interna de los modelos climáticos, las imperfecciones en los modelos climáticos y la incertidumbre en los escenarios futuros de emisión. Este trabajo presenta un avance preliminar sobre el estudio de la incertidumbre en modelos regionales sobre Sudamérica. A partir de un análisis de un conjunto de simulaciones del clima presente (1961-1990) para Sudamérica realizadas con Modelos Climáticos Regionales (MCR) anidadas en Modelos Climáticos Globales (MCG), se estudió la capacidad de los MCR en la representación de la precipitación del clima presente: condiciones medias y variabilidad en diferentes escalas temporales (interanual, intraestacional, sinóptica y eventos extremos). Para la comparación de las simulaciones en el periodo presente se utilizaron diferentes bases de datos :CPC-UNI, Era-Interim y WFDEI.

SE02-15 CARTEL

REGIONAL CLIMATE AND STREAMFLOW PROJECTIONS IN NORTH AMERICA UNDER IPCC CMIP5 SCENARIOS

Chang Hsin-I, Castro Christopher, Troch Peter y Mukherjee Rajarshi
University of Arizona
hchang@atmo.arizona.edu

The Colorado River system is the predominant water supply for the Southwest U.S. and is already fully allocated, making the region's environmental and economic health particularly sensitive to annual and multi-year streamflow variability. Observed streamflow declines in the Colorado basin in recent years are likely due to the synergistic combination of anthropogenic global warming and natural climate variability, which are creating a overall warmer and more extreme climate. Recent climate change studies for the Southwest U.S. region project a dire future, with chronic drought, and substantially reduced Colorado River flows. Multi-scale downscaling modeling experiments are designed using recent IPCC AR5 global climate model projections, which incorporate regional climate and hydrologic modeling components. The Weather Research and Forecasting model (WRF) has been selected as the main regional modeling tool; the Variable Infiltration Capacity (VIC) model will be used to generate streamflow projections for the basin. The WRF domain is set up to follow the CORDEX-North America guidelines with 25 km grid spacing, and the VIC model is individually calibrated for upper and lower Colorado basins. The multi-scale climate and hydrology study aims to characterize how the combination of climate change and natural climate variability is changing cool and warm season precipitation and streamflow. Further, to preserve the downscaled RCM sensitivity and maintain a reasonable climatology based on the observed record, a new bias correction technique is applied to the RCM data before forcing the hydrologic model. Of specific interest is how major droughts associated with La Nina-like conditions may worsen in the future, as these are the times with the Colorado River system is most critically stressed and would define the "worst case" scenario for water resource planning.

SE02-16 CARTEL

RELACIÓN ENTRE EL JET DEL CARIBE ESTIVAL Y LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR ENTRE LOS OCEANOS PACÍFICO ORIENTAL Y ATLÁNTICO OCCIDENTAL DURANTE EL SIGLO XXI

Pavia Edgar¹, Fuentes Franco Ramón², Graef Federico³ y Villanueva Ismael³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ICTP

³CICESE

epavia@cicese.mx

Proyecciones realizadas con un modelo climático regional (RegCM4) sugieren un reforzamiento del Jet del Caribe (JC) estival como respuesta al aumento de la diferencia de temperatura superficial del mar entre los océanos Pacífico oriental y Atlántico occidental (?T) hacia fines del Siglo XXI. Este reforzamiento, a su vez, provocaría durante los veranos una disminución significativa de la precipitación pluvial sobre el Sur de México y Centroamérica (SMCA) al transportar humedad hacia el Pacífico lejos del continente. Como este dramático escenario es una señal robusta en varios trabajos previos, su estudio merece especial atención. En este trabajo proponemos un mecanismo para simular la posible evolución de la relación entre el JC y la ?T durante los Siglos XXI y XXII. El mecanismo consiste en un par de ecuaciones acopladas para una componente del viento zonal (U) y una componente de ?T (U* y ?T*) que al imponerles condiciones inicial y final provistas por el modelo RegCM4 encontramos que U* y ?T* tienen soluciones periódicas u oscilatorias. Como $U=U^*+U_0$ y $?T=?T^*+?T_0$ esto significa que U y ?T tienen una predisposición a volver a su estado original provista por U* y ?T*. El resto de la física del problema está contenida en U0 y ?T0.

SE02-17 CARTEL

THE ONSET AND CESSATION OF THE CARIBBEAN EARLY RAINFALL SEASON: DIAGNOSING AND PREDICTING THE CARIBBEAN RAIN-BELT.

Allen Theodore
The University of Miami, RSMAS
tallen@rsmas.miami.edu

The annual rainfall cycle for the Caribbean basin reveals a distinct bimodal pattern with peaks during the late spring and late summer months. A relative minimum during the mid-summer, known as the mid-summer drought (MSD) separates the early rainfall season (ERS) from the late rainfall season. Accumulated rainfall totals during the ERS appear as a quasi-stationary rain-belt stretching across the Caribbean from the southwest to the northeast. We place late spring rains in the Caribbean in context of other subtropical convergence zones in order to address the onset and cessation of the ERS while also offering an explanation of a Caribbean rain-belt pattern. Upper tropospheric westerlies, mid-tropospheric positive temperature advection, and moist low level poleward flow are the three primary ingredients that conspire to produce the first peak of the annual bimodal rain signal and the related Caribbean early season rain-belt. The MSD ensues as the primary ingredients weaken across the Caribbean and enhanced rainfall shifts north along the North Atlantic Convergence Zone (NACZ). Seasonal rainfall totals from the ERS through the MSD periods reveal a continuous rain-belt that extends from the Caribbean to the NACZ termed the Caribbean Atlantic Rain-belt (CAR-belt). The Car-belt is present in the long term mean, but has signs of interannual variability. We build a linear inverse model based on the diagnostic ingredients of the Caribbean rain-belt to predict outgoing long-wave radiation anomalies associated with the early rainfall season. Prediction skill score is assessed from error squared variance and correlation on lead times up to three weeks.

SE02-18 CARTEL

PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ALTIPLANO SUDAMERICANO HACIENDO USO DEL MODELO REGIONAL RCA4(EC-EARTH)

Barreto Schuler Christian
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI
christian.b.sch@gmail.com

La región del altiplano podría ser fuertemente afectada por el cambio climático futuro. Los posibles cambios en los patrones de precipitación y temperatura inciden principalmente en las actividades del sector agropecuario, hidroeléctrico, etc. Teniendo en cuenta la importancia del cambio climático sobre esta región de Sudamérica, este trabajo tiene como principal objetivo la evaluación de sus posibles cambios en la precipitación y las temperaturas máximas y mínimas. En la evaluación del cambio climático para el Altiplano Sudamericano se estudiaron las proyecciones para el futuro cercano (2035), medio (2060) y lejano (2085), realizadas por el modelo regional RCA4. Para ello, inicialmente se validó el clima presente (1971-2000) del modelo regional, para lo cual se utilizaron datos del CRU, empleando algunos estadísticos como correlación, BIAS, RMSE, etc. Los resultados de la validación mostraron que el modelo regional posee un buen desempeño en

la simulación del ciclo anual de la precipitación, sobrestimando la media mensual (aprox. 1.5mm/día) en los periodos de primavera y verano austral. Sin embargo, estacionalmente se encontró una muy baja correlación temporal con lo observado. En las temperaturas máximas y mínimas, el modelo regional también logra simular el ciclo anual y estacionalidad. Sin embargo, ambas variables son subestimadas con BIAS de media mensual de 7°C y 2.5°C, respectivamente. Estacionalmente, el modelo regional posee menor variabilidad (con excepción del periodo de invierno) y bajas correlaciones con respecto a lo observado. Para las proyecciones a futuro se analizaron los escenarios rcp8.5 y rcp4.5, siendo el primero la ruta con mayores concentraciones de CO2 para fines del 2100. Es así que, en los periodos futuros bajo ambos escenarios de estudio; la precipitación proyectada por el modelo RCA4 muestra leves incrementos (descensos) en los periodos verano y primavera (otoño e invierno). Por otro lado, las temperaturas proyectadas simulan fuertes incrementos durante todo el ciclo anual, aumentando hasta en 2°C para mediados de siglo XXI. En general, los cambios encontrados fueron de mayor intensidad para fines de siglo y bajo el escenario rcp8.5.

SE02-19 CARTEL

CLIMATE CHANGE IMPACT ON PRECIPITATION FOR THE AMAZON AND LA PLATA BASINS

Llopa Marta, Coppola Erika, Giorgi Filippo, da Rocha Rosmeri y Cuadra Santiago
International Centre for Theoretical Physics, ICTP
mllopart@ictp.it

We analyze the local and remote impacts of climate change on the hydroclimate of the Amazon and La Plata basins of South America (SA) in an ensemble of four 21st century projections (1970–2100, RCP8.5 scenario) with the regional climate model RegCM4 driven by the HadGEM, GFDL and MPI global climate models (GCMs) over the SA CORDEX domain. Two RegCM4 configurations are used, one employing the CLM land surface and the Emanuel convective schemes, and one using the BATS land surface and Grell (over land) convection schemes. First, we find considerable sensitivity of the precipitation change signal to both the driving GCM and the RegCM4 physics schemes (with the latter even greater than the first), highlighting the pronounced uncertainty of regional projections over the region. However, some improvements in the simulation of the annual cycle of precipitation over the Amazon and La Plata basins is found when using RegCM4, and some consistent change signals across the experiments are found. One is a tendency towards an extension of the dry season over central SA deriving from a late onset and an early retreat of the SA monsoon. The second is a dipolar response consisting of reduced precipitation over the broad Amazon and Central Brazil region and increased precipitation over the La Plata basin and central Argentina. An analysis of the relative influence on the change signal of local soil-moisture feedbacks and remote effects of Sea Surface Temperature (SST) over the Niño 3.4 region indicates that the former is prevalent over the Amazon basin while the latter dominates over the La Plata Basin. Also, the soil moisture feedback has a larger role in RegCM4 than in the GCMs.

Sesión Especial

Las Ciencias de la Tierra en el marco del primer Reporte Mexicano de Cambio Climático

Organizadores:

Benjamín Martínez López

Arturo Quintanar Isaías

David Adams

Rosario Romero Centeno

SE03-1

REPORTE MEXICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cgaygarcia@gmail.com

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) hace una revisión periódica y sintetiza la información más relevante relacionada con el cambio climático que es generada en nuestro planeta. En México, se publica sobre cambio climático en diferentes revistas y se producen reportes por varias organizaciones que no son de fácil acceso. El gobierno mexicano genera documentos que tampoco son a veces fáciles de conseguir y sería conveniente que, tanto el sector gubernamental como el académico, tuvieran información acerca de ellos. Para el diseño de políticas públicas es importante contar con información actualizada y correcta acerca de todo lo relacionado con el calentamiento global. Además, sería muy adecuado contar con el análisis y la síntesis de la misma, lo cual facilitaría su aplicación en muy diversos usos. Con el objeto de contribuir en esta dirección es que se propone la creación del Reporte Mexicano de Cambio Climático. La conducción del proceso que lleve a la construcción del reporte se inspira laxamente en la estructura organizativa del IPCC y, a diferencia de éste, que no puede ser prescriptivo, en el caso del reporte mexicano éste podrá ofrecer ideas que apoyen la toma de decisiones por parte del gobierno mexicano y sugerir medidas para incrementar en los casos necesarios los estudios tendientes a fortalecer a nuestro país en este tema de alta prioridad.

SE03-2

CLIMATE AND METEOROLOGY IN MEXICO: A REVIEW AND COMPARATIVE STUDY

Adams David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
dave.k.adams@gmail.com

Without exaggeration, it is fair to say that Mexico experiences one of the most diverse varieties of climate regimes and meteorological phenomena on planet Earth. Surprisingly, academic/scientific efforts focusing on climate/meteorology are not on a par with this diversity, and much of the interesting phenomena meriting study remains "underdeveloped". Here, we review the principal lines of academic/scientific studies which have been well-developed and those which should be, but have not been (e.g., Tropical Cyclones). In order to better assess the state of climate/meteorology in Mexico, a comparison with an appropriate counterpart nation, is in order. Given the size of Mexico in terms of population and economy, an appropriate comparison, for examining the present state of climate/meteorology science, is Brazil. We review the academic and institutional structure of Brazilian climate/meteorology science, including the number of university programs (undergraduate and graduate) in the atmospheric sciences. We also consider some aspects that are unique to Brazil such as, institutionalized international projects (e.g., INPA/LBA), the development of a national climate/meteorological research center (CPTEC) and indigenous numerical modeling platforms such as the BRAMS (Brazilian RAMS). Human capacity building has taken place over the last several decades and has now accelerated with Ciências Sem Fronteiras which facilitates study in foreign institutions. Although the focus of this talk is academic/scientific development in Mexico, we also review the institutional structure/capacity of Mexico, particularly in light of the recent modernization program of the Servicio Meteorológico Nacional.

SE03-3

EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN DEL CLIMA EN MÉXICO Y SUS PROYECCIONES

Martínez López Benjamín¹, Quintanar Arturo¹, Lizárraga Carlos²,
Montero Martínez Martín José³ y Cabos Narvaez William David⁴
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
²Universidad de Sonora, UNISON
³Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
⁴Universidad de Alcalá de Henares
benmar@atmosfera.unam.mx

El 16 de octubre del año 2013, el Dr. Carlos Gay García, coordinador del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM, anunció en el marco del Tercer Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático la realización del que se ha denominado "Reporte Mexicano de Cambio Climático". En este trabajo se presentan los diversos estudios numéricos realizados para entender los procesos relevantes de gran escala que modulan la variabilidad climática en nuestro territorio. Asimismo, se analizan, desde un contexto histórico, los esfuerzos realizados por el gobierno mexicano para ahondar en las investigaciones relevantes para entender y enfrentar los problemas asociados al calentamiento global. Además, se discuten las proyecciones de los campos de temperatura y precipitación bajo los diversos escenarios empleados en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC, su verificación y sus limitaciones actuales, mostrando algunos ejemplos de mejoras significativas en la modelación de la precipitación. Finalmente, se plantean una serie de recomendaciones para el sector gubernamental mexicano, tendientes a incertar a nuestro país en el conjunto de las naciones que contribuyen con simulaciones

numéricas que deberían ser incluidas en el próximo Sexto Reporte de Evaluación del IPCC.

SE03-4

AVANCES EN EL ESTUDIO DEL PAPEL QUE JUEGAN DISTINTOS FENÓMENOS CLIMÁTICOS EN EL CONTEXTO DE UN CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL FUTURO

Romero-Centeno Rosario¹, Adams David¹, Mendoza Víctor¹ y Cavazos Tereza²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
rosario@atmosfera.unam.mx

Con base en publicaciones recientes, se presenta un resumen sobre el conocimiento actual de las bases físicas de un cambio climático regional en México en el contexto de cambios en fenómenos como el monzón de Norteamérica, la Zona de Convergencia Intertropical, el ENSO y los ciclones tropicales. Aún cuando ha habido avances en la modelación numérica de los fenómenos referidos, al implementarse modelos cada vez más complejos y que acoplan la dinámica atmosférica con la oceánica, diversos estudios muestran el pobre desempeño de los modelos para estimar cantidades como la precipitación y/o la temperatura y sus variaciones en distintas escalas de espacio y tiempo en el territorio mexicano. Asimismo, las grandes deficiencias que existen en las bases de datos observados hacen difícil avanzar en la capacidad de atribuir las causas de las variaciones climáticas y el cambio climático en las distintas regiones del país. Sin embargo, se han hecho esfuerzos para disminuir las incertidumbres en las proyecciones a futuro, en particular, de eventos extremos en algunas zonas específicas del país, y se ha avanzado en el entendimiento de sus posibles causas.

SE03-5

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL DE LOS GLACIARES MEXICANOS: UN INDICADOR DE LA GRAN INFLUENCIA DE LOS REGÍMENES CLIMÁTICOS SUBTROPICAL Y DE LATITUDES MEDIAS.

Cortes Ramos Jorge y Delgado Granados Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
jorge@geofisica.unam.mx

Los glaciares mexicanos están ubicados a lo largo de los 19° N algunos grados fuera de la Zona Intertropical de Convergencia (ITCZ por sus siglas en inglés). Zona que delimita de forma meteorológica a las regiones tropicales de aquellas regiones con clima subtropical y templado. Sin embargo, hasta la fecha los glaciares de México no habían sido considerados ni como glaciares tropicales ni como glaciares de latitudes medias. Ya que al estar lejos de estas regiones no se conocía si existía o no similitud entre el régimen de sus glaciares. En este trabajo se muestran los últimos resultados acerca de los regímenes glacial y climático de los glaciares mexicanos, comprobando que las variaciones climáticas de precipitación, temperatura, radiación neta y flujos de energía determinan un régimen climático parecido a ambos: glaciares subtropicales y templados. Sin embargo, el régimen glacial y el balance de masa calculado para estos glaciares refleja un patrón de comportamiento parecido al de los glaciares ubicados en latitudes medias (templados). En conclusión, la influencia de ambos regímenes en México determina el tipo de comportamiento de los glaciares Mexicanos y los factores que aceleran o retardan su eventual extinción.

SE03-6

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA MÉXICO: PROYECCIONES E INCERTIDUMBRES

Cavazos Tereza¹, Salinas Prieto José Antonio², Martínez Benjamín³, Colorado Gabriela⁴, De Grau Pamela¹, Prieto Ricardo⁴ y Conde Alvarez Ana Cecilia⁵

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²IMTA

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

⁴CONAGUA

⁵INECC

tcavazos@cicese.mx

Las instituciones de la Red Mexicana de Modelación del Clima (CICESE, IMTA y CCA-UNAM) que coordina el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) llevaron a cabo un análisis regional del periodo histórico y de las proyecciones de 15 modelos de circulación global (MCG) del Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados, fase 5 (CMIP5) para el caso de México. Los resultados de los 15 MCG se combinaron en un ensamble ponderado mediante el método REA (Reliability Ensemble Averaging), calculando la incertidumbre de cada modelo. Esto se hizo para el periodo histórico (1961-2000) y para las proyecciones usando los escenarios de forzamiento radiativo bajo (RCP4.5), medio (RCP6.0) y alto (RCP8.5). Se identificaron algunas limitaciones y mejoras de los modelos en la reproducción de procesos físicos que aporten variabilidad al clima regional de México. Por ejemplo, para la región del monzón, durante el periodo histórico (1961-2000), tanto el CMIP3 como el CMIP5 subestiman la temperatura de

otoño e invierno, lo que podría ser la causa del retraso del pico principal de las lluvias monzónicas en la región, el cual ocurre hasta septiembre en los modelos de ambos ensambles. Los modelos no producen la retracción del monzón en otoño, para dar paso a la temporada seca, sino que los modelos se quedan en modo húmedo sobrestimando la precipitación de otoño-invierno. Por lo tanto, es muy probable que los modelos tengan un problema de retroalimentación atmósfera-continente que consiste en que el exceso de lluvia invernal podría ser la causa del enfriamiento continental, el cual a su vez genera un retraso en la llegada del pico de lluvia monzónica hasta finales del verano. Este sesgo frío observado en el CMIP3 no fue mejorado en el CMIP5. El sesgo frío en otoño-invierno se observó en casi todo México en los datos de la temperatura máxima del CMIP5. En el Sureste el REA es capaz de simular adecuadamente el ciclo anual que muestra la canícula, pero subestima fuertemente la precipitación de verano. Todos los modelos analizados subestiman la variabilidad de la precipitación en el sureste de México así como los valores de temperatura máxima y mínima. Los resultados del CMIP3 y el REA del CMIP5 generado en este proyecto sugieren aumentos similares de temperatura para México, entre 1.5 y 5.0°C de mediados a finales de siglo bajo los escenarios de bajas (B1 y RCP4.5) y altas (A2 y RCP8.5) emisiones, respectivamente. Se esperan reducciones de precipitación del orden de 20% para finales de siglo en el Noroeste de México; en el resto del país también se esperan reducciones de precipitación, aunque la incertidumbre es muy alta. Sin embargo, el CMIP5 muestra cambios estacionales y regionales diferentes a los que mostraba el CMIP3.

SE03-7

ESCENARIOS DE CAMBIOS AMBIENTALES PASADOS Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN MÉXICO

Lozano García María del Socorro, Roy Priyadarsi D. y Correa-Metrio Alexander
Instituto de Geología, UNAM
mslozano@unam.mx

Una perspectiva histórica de la variabilidad climática ofrece información sobre las respuestas del sistema climático ante los cambios y ayuda a identificar las causas y mecanismos de las respuestas ante el cambio climático. Se presenta una síntesis de las investigaciones enfocadas a la reconstrucción de condiciones climáticas de México, destacando la variabilidad climática en cuatro ventanas temporales: el final del Pleistoceno, la deglaciación, el Holoceno y el Antropoceno. Cambios en la temperatura, frecuencia e intensidad de El Niño, la dinámica del monzón mexicano y la precipitación de invierno, son algunos de los factores climáticos que modificaron el paisaje. Se analizan los indicadores paleoclimáticos para las zonas áridas, en particular el desierto Chihuahuense y Sonorense identificando periodos de desertización. Para la zona templada del centro de México se discuten los cambios hidrológicos a través del análisis de secuencias lacustres. Se discuten registros de la zona tropical abarcando desde las zonas bajas del Golfo de México, la península de Yucatán y región Lacandona. Finalmente, se presentan ejemplos del impacto de la actividad antrópica en el paisaje de las regiones antes mencionadas.

SE03-8

CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR DE BAJA FRECUENCIA EN MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DEL ÚLTIMO REPORTE DEL IPCC

Zavala-Hidalgo Jorge¹ y Ochoa José Luis²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jzavala@atmosfera.unam.mx

En México se cuenta con series de observaciones del nivel del mar de relativa corta duración, pero que permiten estudiar las variaciones de baja frecuencia e identificar algunas de sus causas. La variación estacional en el Golfo de México muestra que ocurre un máximo en Septiembre-Octubre. Con relación a las tendencias de incremento en el nivel del mar en las costas mexicanas, se ha observado que son en general ligeramente mayores a las reportadas como promedio para todo el planeta, sugiriendo que otros procesos, como la subsidencia, afectan estas costas. Entre los sitios con series más largas, el que presenta mayor elevación del nivel del mar es Tampico, Tamps., con 9.2 ± 5.2 mm/año, y el que presenta menor elevación es Alvarado, Ver., con 1.8 ± 2.6 mm/año. La serie más larga y con mayor número de observaciones es la de Veracruz, Ver., con una tendencia de 1.9 ± 0.6 mm/año. Para el Pacífico, el máximo estacional varía de sureste a noroeste, ocurriendo en Julio en Salina Cruz, Puerto Ángel y Acapulco, de Julio a Septiembre en Manzanillo, Mazatlán, Topolobampo y Guaymas, y en Septiembre en La Paz y Ensenada. Acapulco es la única serie con tendencia negativa, debido a efectos sísmicos, y en los demás sitios varía entre 1.0 ± 2.2 mm/año para La Paz, hasta 4.2 ± 1.7 mm/año para Guaymas. Se discuten también los resultados más recientes publicados por el IPCC y sus implicaciones para las proyecciones de la elevación del nivel del mar en México.

SE03-9

RELEVANCIA DE LAS OBSERVACIONES ATMOSFÉRICAS Y EN SUPERFICIE PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE TENDENCIAS DEL CLIMA

Quintanar Arturo, Adams David y Martínez López Benjamín
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
arturo.quintanar@gmail.com

En este trabajo se analizan las bases disponibles de precipitación, humedad de suelo, temperatura en superficie y en el tope de las nubes. Las bases utilizadas cubren periodos variables pero lo suficientemente largos para establecer un mínimo de confianza en las tendencias estimadas. Utilizando datos del tope de nubes provenientes de GOES para un periodo de 30 años, se analizan las tendencias de la sequía de medio verano y el Monzón de Norteamérica. Adicionalmente, se estiman las tendencias de humedad en altura en algunas localidades de radiosondeos. Esta información es analizada conjuntamente con los datos GOES para extender la zona de influencia de los radiosondeos y ganar información relevante para la verificación de los modelos climáticos regionales utilizados en el Centro de Ciencias de la Atmósfera para la realización de estimaciones de la evolución, en diversas escalas temporales, del clima.

SE03-10

CLOUDS AND MICROPHYSICS: STUDIES IN MEXICO

Adams David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
dave.k.adams@gmail.com

In terms of cloud microphysical properties and the production of rainfall, the region which has received the most in-depth studies has been the Monsoon region of northwestern Mexico. The North American Monsoon Experiment (NAME) 2004 demonstrated that both maritime warm cloud (though in smaller proportion) and continental (cold-cloud) convection are found. Accurate assessment of cloud microphysics over the North American Monsoon Region is critical for not only determining the vertical distribution of latent heating that impacts larger dynamics, but also for satellite-derived precipitation estimates in remote locations such as the Sierra Madre Occidental (SMO) or the Gulf of California. A large component of the NAME campaign was aimed at characterizing warm rain and/or ice-based processes and their relationship to deep convective cloud morphology as well as mesoscale convective organization. These NAME studies have indicated that microphysical processes are important for upscale growth and propagation of convective organization at the mesoscale level. Convective showers that organize along the SMO during the late afternoon are characterized by precipitation produced due to melting ice. This melting ice, in addition to descending rear inflow characteristic of Mesoscale Convective Systems (MCSs), create a large surface "cold pool" which propagates downslope of the SMO and forces new convection along the leading edge of the propagation. Given disturbed environmental conditions (e.g., increased vertical wind shear), ice formation and melting continues at the lower SMO elevations leading to continued outflow and propagation into the night and early morning. Cold pool formation and propagation of MCSs from elevated regions has been noted to be important in other tropical regions.

SE03-11

PARTICIPACION DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, EN EL PROGRAMA ESTATAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ramos Hernández Silvia, Díaz Nigenda Emmanuel, Morales Iglesias Horacio, Vázquez Morales Williams, Venegas Sandoval Andrea, Segresté Durán Jorge, Rivera Ozuna Rogelio, García González Rafael, José Ríos Mauricio, Pinto Castillo José Francisco, Jon Selvas Juan, Cossío Pérez Iris y Hernández Moreno Ma. de los Angeles
Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio
Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviamoshernandez34@gmail.com

El grupo de investigación del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CIGERCC) de la Universidad de Chiapas, se ha constituido en el grupo local para coadyuvar a la actualización del Programa Estatal de Cambio Climático de Chiapas, el cual busca contribuir al desarrollo de una meta integral para la mitigación y adaptación al cambio climático en el estado. En particular el CIGERCC, participó con la realización del estudio y el reporte técnico, que describe la situación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el diagnóstico de vulnerabilidad presente y análisis del marco legal en materia de cambio climático. Los cálculos de las emisiones de GEI se realizaron para cinco de las seis categorías establecidas por el Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) empleando las Directrices del IPCC en su versión revisada de 1996 y con la orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas publicada en el año 2000. Las actividades forestales, agrícolas y pecuarias que se desarrollan en el estado, el sector USCUSS y agricultura continúan siendo los principales problemas por atender, sin embargo, el incremento de la flota vehicular se ha duplicado en los últimos cinco años (INEGI, 2012); las

emisiones vehiculares representan hoy en día un problema grave al igual que los sectores antes mencionado. El principal problema asociado al cambio climático afectará a todos los sectores socioeconómicos, pues se prevén aumentos en la temperatura, lluvias extremas, pero también una reducción en la disponibilidad del agua debido al decremento en las precipitaciones en algunas zonas. Algunas regiones de Chiapas son más vulnerables ante los fenómenos hidrometeorológicos, como las "depresiones tropicales" que provocan inundaciones en las partes bajas de las cuencas, lo que se refleja además, en otro tipo de afectaciones y por ende en otro tipo de peligros como la inestabilidad de laderas, deslizamientos, erosión de suelos, caída de bloques, hundimientos, entre otros. Dentro de las inversiones que el gobierno ha llevado a cabo se encontró que se ha invertido más en la reconstrucción de los impactos hidrometeorológicos que en la prevención de los daños. Así mismo, se realizó un análisis del marco legal para la articulación y alineación de la Ley Estatal de Cambio Climático con la LGCC y la ENCC que busca atender de manera eficiente los retos de adaptación y mitigación ante el cambio climático.

SE03-12 CARTEL

EL DESPLAZAMIENTO DEL ESPACIO BIOCLIMÁTICO EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN MÉXICO

Esperón-Rodríguez Manuel, Don Juan Fabricio, Lozano
García María del Socorro y Correa-Metrio Alexander
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
orcamefoca@yahoo.com.mx

En la actualidad el cambio climático representa un riesgo sustancial para la conservación de poblaciones naturales y ecosistemas. En este trabajo, se utilizó la base de datos del Climate Research Unit (CRU 3.2) para calcular la velocidad del cambio del espacio bioclimático en las áreas protegidas continentales de México entre 1901 y 2011. Así fue posible evaluar de manera sistemática la amenaza que el cambio climático moderno representa para dichas áreas. El análisis se hizo de manera análoga al presentado por Burrows et al (2011, Science 334:652) a escalas temporales intra- y multi-anales, con el objeto de contextualizar la tendencia climática de las últimas décadas en el marco de los cambios estacionales. De igual manera, se evaluó el desplazamiento del espacio bioclimático dentro de tres escenarios de cambio climático proyectados para los próximos 100 años. Todos los análisis se plantearon únicamente en términos de temperatura dada la alta incertidumbre asociada con otros parámetros climáticos. A pesar de que los cambios estacionales mostraron en promedio una velocidad superior a la tendencia del último siglo, se hizo evidente que el desplazamiento generalizado en términos de dicha tendencia supera las expectativas de migración de la vegetación, factor fundamental en la estructuración de la mayoría de los ecosistemas continentales. Mientras cambios a nivel estacional están probablemente asociados con el espacio bioclimático que mantiene poblaciones viables (nichos fundamentales), la tendencia generalizada mostró un cambio sustancial en la distribución de los bioclimas, representando una amenaza importante para la conservación de los ecosistemas. En relación a los escenarios pasados y futuros, las mayores amenazas asociadas con el desplazamiento de los bioclimas se presentaron para áreas protegidas con poco relieve, mientras que zonas de montaña con alta diversidad topográfica mostraron cambios menos rápidos. Paradójicamente, los escenarios futuros plantean la desaparición de espacios bioclimáticos para las áreas de alta montaña que estuvieron asociadas con las velocidades de cambio climático mas bajas. Así, se evidenciaron dos riesgos fundamentales para las áreas protegidas derivados del cambio climático: i) cambios climáticos a largo plazo que superan la capacidad de migración y adaptación de las especies zonas con poco relieve; y ii) desaparición de bioclimas en sistemas de alta montaña.

Sesión Especial

Variabilidad climática del cuaternario en registros continentales y marinos

Organizadores:

Ligia Pérez-Cruz

Priyadarsi Roy

SE04-1

LA VARIABILIDAD DE LA ACTIVIDAD SOLAR DURANTE LAS DOS ÚLTIMAS ERAS GLACIALES

Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

El Sol es la principal fuente de energía del sistema climático terrestre y cambios en su radiación y parámetros orbitales contribuyen al cambio climático natural. Estas variaciones se caracteriza por periodicidades súper seculares y es de interés ahora que el comportamiento del ciclo solar actual muestra una disminución en las observaciones solares lo que podría estar indicando el inicio de un nuevo gran mínimo solar y el vaticinio de una nueva Era Glacial. La reconstrucción de la actividad solar y su estimación en el presente siglo es uno de los problemas actuales de las ciencias espaciales porque la posible ocurrencia de un gran mínimo solar tendrá un impacto en el clima de la Terrestre. En este estudio, utilizando los datos del isótopo cosmogénico ^{10}Be como indicador indirecto de la actividad solar, hemos realizado un estudio de la variabilidad solar de los últimos 200,000 años que abarcan las últimas dos Eras Glaciales. Además por medio del análisis multi wavelet se realiza un análisis de la actividad solar, temperaturas terrestres y CO_2 para encontrar las diferencias y semejanzas que existen entre estas tres variables.

SE04-2

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE MEZCLA FINITA APLICADAS A RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES.

Caballero Dayenari¹, Lozano García María del Socorro² y Correa-Metrio Alexander²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM
dayenarix@gmail.com

Las reconstrucciones paleoambientales proporcionan a los modelos climáticos y ecológicos perspectivas temporales más amplias, lo que les permite capturar procesos dinámicos a diferentes escalas. En principio, cualquier asociación biológica -actual- o antigua- es el resultado de la combinación de diferentes distribuciones individuales con parámetros característicos que están fuertemente determinadas por las condiciones climáticas. En el registro geológico cuaternario es relativamente fácil encontrar comunidades bien conservadas, si conocemos las relaciones actuales entre organismos y ambiente, es posible obtener información sobre condiciones climáticas del pasado, directamente del contenido biológico. Las herramientas fundamentales para reconstruir cuantitativamente condiciones pasadas son las funciones de transferencia, las cuales buscan describir con el mayor detalle posible la relación entre los elementos conservables a través del tiempo y el ambiente en el que se depositan. En este trabajo experimentamos con un modelo de distribución probabilística de mezcla finita que proyecta probabilidades de ocurrencia de las variables ambientales a partir del contenido polínico presente en registros lacustres del centro México. A grandes rasgos, este nuevo método superpone modelos de nicho de diferentes especies en función de los gradientes ambientales, donde la superficie final refleja la probabilidad de aparición de los taxa en una proporción determinada. Al ser el clima un sistema de alta complejidad, resulta difícil separar el efecto que tienen distintas variables sobre las comunidades, por lo que este método contempla la reconstrucción de dos variables climáticas simultáneamente. A diferencia de otros métodos cuantitativos, este procedimiento no produce una estimación puntual o un rango de valores, sino que asigna una probabilidad a cada segmento de los gradientes que se desean reconstruir, de esta manera asume un alto grado de plasticidad conveniente para representar procesos biológicos naturales.

SE04-3

OSTRÁCODOS NO-MARINOS COMO HERRAMIENTA DE RECONSTRUCCIÓN AMBIENTAL Y CLIMÁTICA EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS NEOTROPICALES UBICADOS ENTRE LOS 11° Y 21°N

Pérez Alvarado Liseth¹, Lozano García María del Socorro¹, Correa-Metrio Alexander¹, Caballero Miranda Margarita², Schwalb Antje³, Cohuo Sergio¹, Macario Laura³, Díaz Alejandra⁴ y Echeverría Paula⁵

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Institut für Geosysteme und Bioindikation, Technische Universität Braunschweig

⁴Facultad de Ciencias, UNAM

⁵Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala
lcpereza@geologia.unam.mx

Estudios paleoclimáticos y paleoambientales basados en el uso de paleobioindicadores acuáticos (microcrustáceos, quironómidos, diatomeas y tecamebas) han aumentado considerablemente durante las últimas décadas, debido a su alta sensibilidad a cambios ambientales y climáticos. Los ostrácodos son microcrustáceos, y son especialmente sensibles a cambios en la conductividad del agua, temperatura y niveles del lago. El establecimiento de sets de calibración

permite conocer las preferencias ecológicas de las distintas especies colectadas, lo cual es un pre-requisito para las reconstrucciones ambientales cuantitativas durante el Cuaternario tardío. El presente estudio abarca ecosistemas acuáticos neotropicales ubicados entre los 11 y 21°N. Hasta la fecha se han establecido sets de calibración para ostrácodos en el centro de México (n=28), Península de Yucatán (n=108) y Centroamérica (Guatemala a Nicaragua, n=46) los cuales incluyen un total de 182 cuerpos de agua. El objetivo es el de identificar todas las especies de ostrácodos que habitan la región Neotropical entre los 11 y 21°N y establecer una extensa base autoecológica, para el desarrollo de funciones de transferencia las cuales puedan ser aplicadas a registros sedimentarios extraídos en lagos en el norte de los Neotrópicos. Actualmente se están realizando estudios de las comunidades fósiles glaciales e interglaciales de ostrácodos en diferentes lagos en el área: 1. Lago de Chalco, centro de México (<100,000 años), 2. Lago Ocotlito, Selva Lacandona (<9,540 años), 3. Lago Petén Itzá, Guatemala (<85,000 años) y varios núcleos cortos que aún están siendo datados y analizados como Yojoa, Honduras, Laguna Verde, Olomega, Apastepeque, El Salvador, y Laguna Lachuá, Guatemala. Hasta la fecha el registro sedimentario más extenso que ha sido analizado es el extraído del Lago Petén Itzá (<85,000 años), el cual se encuentra dominado por la especie nectobéntica *Cypria petenensis* y béntica *Paracythereis* opesta sugiriendo fluctuaciones en los niveles del lago durante los últimos 85,000 años, lo cual se confirma al aplicar funciones de transferencia. Los eventos Heinrich en Petén fueron períodos áridos, por lo que el lago presentó niveles relativamente bajos (<20m), conductividades más altas (<700 uS/cm), y la presencia de especies indicadoras de profundidades someras y zonas litorales como los son *Cypripopsis okeechobei* y *Heterocypris punctata*. La meta es la integración y comparación de todos los registros sedimentarios, especialmente aquellos que poseen una historia climática y ambiental que se extiende hasta el Pleistoceno y permiten el estudio de la variabilidad climática durante la última edad de hielo.

SE04-4

RELACIONES DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CARBONATOS CON LA VARIABILIDAD DEL ENOS EN LA FRONTERA SUR DEL SISTEMA DE CORRIENTES DE CALIFORNIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 2000 AÑOS.

Abella Gutiérrez Jose Luis y Herguera Juan Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
joseluisabella@gmail.com

La Cuenca San Lázaro (CSL) es una cuenca subóxima con una elevada tasa de sedimentación (1mm/año) situada en la frontera sur del Sistema de Corrientes de California (SCC). Esta frontera presenta variaciones estacionales que pueden amplificarse o disminuirse a diferentes escalas temporales, como El Niño-La Niña o PDO positivo y negativo. Así, desde primavera hasta inicios del verano (condiciones como La Niña) los vientos alisios desplazan las aguas subárticas del SCC hacia el sur formando celdas de surgencias en la costa e inundando la región de la CSL. Cuando los vientos se atenúan, entre finales de verano hasta invierno (como El Niño), el SCC se retrae hacia el norte, permitiendo la llegada de aguas tropicales y subtropicales, más cálidas y estratificadas a la zona de CSL. Este patrón estacional tiene consecuencias en el ecosistema pelágico; bajo condiciones como El Niño, la base de la cadena trófica es dominada por cocolitofóridos, mientras que si son como La Niña son las diatomeas las que dominan. El análisis de Fluorescencia de rayos X (XRF, por sus iniciales en inglés) de sedimentos marinos es una herramienta cada vez más utilizada en estudios de paleoceanografía gracias a su rapidez y precisión en el análisis elemental. Los conteos de Ca con XRF de CSL están altamente correlacionados con mediciones de carbonatos realizados mediante coulometría (R=0.56), presentando estos últimos una tendencia decreciente a lo largo del registro. El análisis espectral del Ca muestra picos significativos en los periodos de 28, 40, 60 y 120 años. El modo centenal de variabilidad muestra correlaciones con el Índice de Área de Sequía de Norte América. Cuando la varianza de este modo es considerada, se revelan similitudes con registros ecuatoriales de la intensidad y frecuencia de eventos de El Niño. Además, variaciones decadales del Ca están altamente correlacionados (R>0.8) con los primeros modos de variabilidad de registros instrumentales de temperatura de Kaplan y del PDO.

SE04-5

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS ASOCIADOS AL PERIODO CLIMÁTICO DE LA PEQUEÑA EDAD DE HIELO Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL RECIENTE EN CUENCA ALFONSO

Martínez López Aída¹ y Pérez-Cruz Ligia²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
amartin@ipn.mx

Los registros sedimentarios de alta resolución de las cuencas oceánicas subóxicas nos permiten la reconstrucción de las condiciones climáticas y oceanográficas del pasado a través de una multitud de indicadores indirectos preservados en ellas. De especial interés son aquellas localizadas en regiones tropicales y subtropicales como Cuenca Alfonso, ubicada en la región suroccidental del Golfo de California. De este sitio se analizó una secuencia sedimentaria que cubrió un periodo de 600

años (1400 a 2011 AD) y que nos permitió documentar el periodo climático de la Pequeña Edad de Hielo (PEH) y la transición al periodo de calentamiento global actual. Las series de tiempo de varios elementos obtenidas con fluorescencia de rayos X, de nitrógeno total (NT) y razón isotópica del nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) revelaron un gran cambio en prácticamente todos los indicadores utilizados alrededor de 1700 AD. Encontramos que una disminución reciente en $\delta^{15}\text{N}$ es la continuación de una tendencia mucho mayor a escala multicentenaria y que la variabilidad en el NT ocurre en paralelo con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ excepto entre 1700 y 2000 AD. Después de 2000 AD, un cambio rápido hacia valores más enriquecidos de $\delta^{15}\text{N}$ se produjo dentro de una década y alcanzó un máximo de $11.83 \pm 0.3 \text{ ‰}$, lo que representa valores aproximadamente mayores en 1.5 ‰ a los observados en los siglos precedentes, esto sugiere una respuesta a la reciente tendencia de calentamiento. En conjunto los resultados, nos permitieron inferir que la producción de área se redujo durante la primera mitad de la LIA y entre 1900-1970 para aumentar en las últimas décadas. Adicionalmente con los cocientes elemento/Al se identificó el aporte eólico de polvo alrededor de 1550-1560 coincidente con el aumento de la producción en la PEH, la intensificación regional de bajo contenido en oxígeno y una mayor desnitrificación.

SE04-6

EFFECTOS DE LA LLUVIA SOBRE LA PALEOPRODUCTIVIDAD MARINA EN LA BAHÍA DE LA PAZ, MÉXICO A TRAVÉS DEL HOLOCENO MEDIO Y TARDÍO

González Yajimovich Oscar¹ y Ricaurte-Villota Constanza²

¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC

²Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" – INVEMAR, Santa Marta, Colombia
yajimo@uabc.edu.mx

El efecto de la lluvia sobre la paleoproductividad marina de la bahía de La Paz, México, fue reconstruido a partir de proxies geoquímicos de tasas de acumulación de masa de sílice biogénico, carbono orgánico, calcio, carbonato de calcio y la razón Ba:Al como proxies de paleoproductividad y tasas de acumulación de masa de contenido de terrígenos, hierro y titanio, así como porcentaje relativo de materia orgánica de origen terrestre y la razón molar C:N usados como proxies de lluvia, de dos núcleos de sedimentos colectados en cuenca Alfonso (NH01-15MC1B y NH01-15GC3). Los registros muestran que durante el Holoceno medio y tardío (últimos 5.8 ka) la productividad marina ha tenido una disminución, sincrónica con una disminución de la lluvia en la región, de manera paulatina, mostrando una mayor variabilidad entre 5 y 2.7 ka AP. Periodos de mayor lluvia corresponden con mayor contenido de carbono orgánico, carbonato de calcio y sílice biogénico, probablemente debido a un mayor efecto de fertilización de la zona eufótica, evidenciado en un aumento de las tasas de acumulación de hierro. Lo anterior puede ser debido al fortalecimiento del giro del Pacífico Norte (asociado a un mayor aporte hacia la zona de ASSSt) y del monzón de Norteamérica (aumento de la precipitación pluvial, como resultado de un movimiento al norte de la ZCIT). La precipitación pluvial y la productividad marina, muestran variaciones de tipo multidecadal (de 52 a 72 años), asociadas con la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) y la Oscilación del Giro del Pacífico Norte (OGPN).

SE04-7

MID-LATE HOLOCENE CLIMATE CYCLICITY IN ANOxic MARINE SEDIMENTS FROM SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA

Pérez-Cruz Ligia¹, Velasco Herrera Víctor Manuel¹, Urrutia-Fucugauchi

Jaime², Rodríguez Alejandro³ y Choumilin Konstantin²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²University of California Riverside

perezacruz@geofisica.unam.mx

The southern Gulf is well suited for documenting the climatic and precipitation changes in the tropical Pacific Ocean associated with ITCZ latitudinal migration, PDO, ENSO events and the NAM. Analysis of transport and deposition of sediments is used for reconstructing the changing ocean-atmosphere circulation patterns, particularly sensitive to paleoprecipitation. A multiproxy record has been acquired from a gravity core (DIPAL-I K47) taken in La Paz Basin, an area situated in the southwestern sector of the Gulf of California at the junction to the Tropical Pacific Ocean. The high-resolution data sets, from XRF, TOC, magnetic susceptibility and hysteresis measurements, were used to track climatic changes in the tropical climate system at sub-centennial time scales over the past 7.3 cal kyr BP. The paleoprecipitation record shows variation trends, with a shift during the mid- to late Holocene, characterized by changes from high to low humidity. Pluvial, biogenic and eolian input, marked by variations in Ti, Si, Fe, K, Ca, Zr/Ti, Ca/Ti and magnetic susceptibility, shows trend changes between 7-5 cal kyr, 5-4.5 cal kyr, 4.5-3.5 cal kyr and 2.15-1.4 kyr. Also three drought events are recognized from 3.7 to 3.4, 2.8 to 1.8 cal kyr BP, and between 1.4 and 1.2 cal kyr BP. Correlation of the Bay of La Paz paleoprecipitation with records from Cariaco Basin, Gulf of Mexico and Santa Barbara documents regional variability, with spatial-temporal variation for the transitional interval from high to low humidity. Paleoprecipitation changes are associated with ITCZ migration, NAM and PDO, responding to insolation changes during the mid to late Holocene. Results of the multi-variable cross wavelet analysis of proxies time series (e.g., Ti and magnetic susceptibility) highlight that a common

1800-yr solar variation spectral periodicity has been captured. The signal of the 1885-yr periodicity has strong time dependence in the amplitude of its variations, with relatively short amplitude for the middle Holocene (from ~ 7.3 to 5 cal kyr BP) and with larger amplitude during later middle and late Holocene (from ~ 5 to 1 cal kyr BP).

SE04-8

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS COMO INDICADORES OCEANOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS EN EL GOLFO DE MÉXICO DURANTE EL HOLOCENO

Arellano-Torres Elsa¹ y Machain María Luisa²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
e.arellano-torres@ed-alumni.net

Se realizó un análisis de foraminíferos planctónicos en una serie de cinco núcleos sedimentarios recolectados durante la campaña FACIES I en el sur del Golfo de México (frente a Coatzacoalcas). La abundancia de especies (%) y su distribución estratigráfica, sugieren un cambio claro entre el clima del Holoceno temprano-medio (11,500 – 4000 años AP) y el Holoceno tardío (4000 – 0 años AP). Durante el Holoceno temprano-medio, la dominancia de las especies Neoglobobulimina dutertrei y Globobulimina sacculifer indican condiciones de mayor temperatura superficial del mar y menor salinidad, concordantes con el escenario de una Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) más al norte, así como un aumento en el régimen de lluvias y el aumento en la insolución de verano en el hemisferio norte (HN). Mientras que, durante el Holoceno tardío, entre aprox. 4000 – 1500 años AP, dichas especies disminuyeron y se incrementaron las abundancias de Globobulimina menardi, Pulleniatina obliquiloculata y Globobulimina truncatulinoides. Durante éste último periodo, la ZCIT se encontraba en una posición más sureña, con condiciones de humedad más bajas sobre el Golfo de México y una disminución de insolución de verano en el HN. Finalmente, durante los últimos 1500 – 500 años AP, éstas últimas especies presentan variaciones, probablemente en respuesta a eventos climáticos como el Periodo Medieval Cálido y la Pequeña Edad de Hielo; sin embargo, la falta de resolución de los núcleos a ésta escala aún no es concluyente.

SE04-9

EL HOLOCENO EN LAS ELEVACIONES MEDIAS DE CHIAPAS: TRANSICIONES CRÍTICAS DE UN SISTEMA CLIMÁTICO NO ESTACIONARIO

Correa-Metrio Alexander, Franco Gaviria Felipe, Caballero

Miranda Margarita, Roy Priyadarsi D. y Romero Francisco

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
acorrea@geologia.unam.mx

Una variedad de registros paleoclimáticos del Neotrópico señalan a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) como principal modulador de los regímenes de humedad en la región. De esta manera, existe un consenso implícito respecto a patrones generalizados de migración hacia el sur de la ZCIT a través del Holoceno. El análisis de un núcleo sedimentario que cubre los últimos 9,500 años en las elevaciones medias del trópico mexicano ofrece evidencia que respalda dicho consenso, mostrando patrones de cambio que reflejan una sequía progresiva a través del periodo estudiado. Sin embargo, la evidencia derivada de este núcleo muestra que la respuesta regional al forzamiento hemisférico del desplazamiento de la ZCIT no ha sido lineal. Análisis estadísticos sobre la serie de Ti indican que se presentaron puntos de inflexión que modificaron la proporcionalidad de la respuesta del sistema regional a dicho forzamiento. En este sentido, se identificaron tres puntos de inflexión que marcaron cuatro periodos de tiempo caracterizados por un nivel particular de respuesta a los forzamientos hemisféricos: 7,800, 3,500 y 2,500 años AP. De acuerdo a la evidencia palinológica, cada uno de estos cuatro periodos estuvo caracterizado por un tipo particular de vegetación, ofreciendo evidencia adicional para su caracterización como "estados del sistema". Adicionalmente, los registros de Fe y Sr mostraron sequías recurrentes entre 9,500 y 2,500 años AP, que estuvieron en su mayoría asociadas a enfriamientos del Atlántico Norte. Así, el análisis del registro sedimentario de las elevaciones media tropicales de México evidencia respuestas complejas a los forzamientos climáticos globales, moduladas por particularidades regionales.

SE04-10

RECONSTRUCCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA HOLOCÉNICA EN LOS SUBTRÓPICOS DEL NORTEAMÉRICA: NUEVAS HIPÓTESIS Y FORZAMIENTOS

Roy Priyadarsi D.¹, Rivero Navarrete Axel², Quiroz Jimenez Jesús David² y Sánchez Zavala José Luis³

¹Instituto de Geología, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
roy@geologia.unam.mx

Los subtrópicos del Norteamérica incluyen el centro-norte y norte de México y la parte suroeste de EUA. Las condiciones hidrológicas actuales de la región están dominadamente controladas por la precipitación de verano en la parte sur y lluvias de invierno en la parte norte. El Monzón Mexicano o el Monzón Norteamericano es el sistema que lleva precipitación de verano a la región y su mayor influencia ocurre a lo largo de las laderas occidentales de la Sierra Madre Occidental y las laderas orientales de la Sierra Madre Oriental (>70% de lluvia anual). En la parte norte (suroeste de EUA), la contribución del Monzón es menor (40-50% de lluvia anual) y la influencia de las tormentas invernales es mayor. Las variabilidad en las dinámicas de Monzón y tormentas invernales del pasado fueron construido con las características multidisciplinarias de los depósitos geológicos (sedimento lacustre, espeleotema, depósito eólico y madrigueras de Neotoma). En este trabajo se presenta las nuevas hipótesis y los forzamientos (temperatura superficial de mar de Pacífico y Atlántico, migración latitudinal de la zona intertropical de convergencia y la frecuencia de El Niño-Oscilación de Sur) para la variabilidad climática holocénicas de la región. La variabilidad climática de la costa Pacífica esta reconstruido con los registros del Lago Elsinore y las cuencas lacustres de San Felipe, Babicora y Santiaguillo. Así mismo, los sedimentos de las cuencas lacustres de El Potosí, Cieneguilla y Las Cruces aportan información de las condiciones hidrológicas de la costa Atlántica. Las variaciones de la parte norte de la región serán evaluadas con los registros de la Cuenca de Estancia y espeleotemas de las Montañas de Guadalupe.

SE04-11

PALEOSUELOS COMO INDICADORES DE CAMBIOS AMBIENTALES DEL PLEISTOCENO TARDÍO-Holoceno EN EL NW DE SONORA.

Cruz y Cruz Tamara¹, Sedov Sergey² y Solleiro Rebolledo Elizabeth²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM
tamczyc@yahoo.com.mx

En el NW de Sonora, actualmente un área semiárida, se encuentran sepultados y en superficie suelos bien desarrollados, con buena estructuración, acumulación de arcillas y óxidos de hierro, procesos reductomórficos e iluviación, principalmente; todo ello asociado a ambientes con mayor humedad. Tales suelos son relictos de los cambios ambientales ocurridos durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno temprano. En el sitio de La Playa se describió el perfil "tipo" de paleosuelos para el Pleistoceno tardío - Holoceno: el Paleosuelo San Rafael (SRP), con una secuencia de horizontes enterrados A/Bw/BCK/2BCgk/2Ck rojizos, datados por AMS en carbonatos pedogénicos de BCK (14910 a 14230 Cal AP) y carbón del horizonte A (4440 hasta 4250 Cal AP). SRP muestra acumulación de arcilla moderada y la presencia de carbonatos iluviales, con contenidos mínimos en Bw y máximos en los horizontes Bck y 2BCgk, que indican procesos de lixiviación. Las propiedades de SRP (rubificación; acumulación de arcilla moderada; los valores más altos de susceptibilidad magnética, que revela un mayor grado la erosión, la presencia de carbonatos iluvial, y las características reductomórficas en la base) evidencia un ambiente más húmedo; lo cual coincide con los registros lacustres en el área para el Glacial tardío. Al NW de Magdalena de Kino se encontró en superficie un suelo que evidencia características y procesos similares a SRP (KNP), con una secuencia de horizontes AB/2Bw/2BC/2BCK/3C/4C rojizos, y el horizonte 2Bw afectado por intemperismo in situ y neoformación de óxidos de hierro y acumulación de carbonatos pedogénicos en la base, datado en carbonatos pedogénicos en 12590 a 12970 Cal AP; mientras que en el sitio arqueológico de El Arenoso, al N de Caborca, se estudiaron dos paleosuelo formados en sedimentos aluviales: el perfil Cantera (CTP) con una secuencia de C/2Bgk1/2Bgk2/3C/4Bk/4Ck/5Bgk/5BCK/5Ck/6Bk/7Bg y el perfil El Arenoso (ARP) C/2Ck/3Ck/4C/5C/6Bgk/7Bk/7BC/8C/9Ck. Ambos paleosuelos están compuestos por horizontes B y evidencias de intemperismo y neoformación de arcilla, procesos reductomórficos y acumulación iluvial de carbonatos. Los carbonatos pedogénicos de CTP proporcionaron dataciones de 31120 a 30730 Cal AP en 5Bgk y 16920 a 16800 Cal AP en 2Bgk2. Todos estos procesos son evidencia tanto de un ambiente húmedo, necesario para el intemperismo mineral, la rubificación, la formación de arcillas y procesos reductomórficos; como de periodos más secos, en donde es posible la acumulación de carbonatos. Las diferencias en los procesos pedogénicos se relacionan con los cambios ambientales del Pleistoceno tardío hacia el Holoceno temprano y medio, en donde el ambiente cambia drásticamente con una clara tendencia hacia la aridización actual.

SE04-12

TRANSICIÓN DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO AL MATORRAL ESPINOSO SUBTROPICAL DURANTE EL PLEISTOCENO-Holoceno, EN LA SIERRA LA MADERA, SONORA, MÉXICO

Espinoza Encinas Iván Rosario¹, Peñalba Garmendia María Cristina², Paz Moreno Francisco Abraham¹ y Flores Castro Kinardo³

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora

³Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
ivanespinoza23@live.com.mx

Al pie de la Sierra La Madera, se encuentra un manantial termal que alimenta a una ciénega localizada a 12 km al este de la población de Moctezuma, Sonora. La ciénega se encuentra rodeada por mezquite (Prosopis velutina), e inmersa en el matorral espinoso (Bursaria fagaroides, B. laxiflora, Ceiba acuminata, Ipomoea arborescens, Jatropha cordata, Mimosa distachya y Stenocereus thurberi). En el sitio se muestrearon una serie de núcleos y perfiles, cuyos sedimentos analizados muestran el registro de los cambios en la vegetación del sitio y sus alrededores desde finales del Pleistoceno tardío y durante el Holoceno. Hace 15000 años, la ciénega se encontraba rodeada por un bosque mixto de pinos y encinos, cuyo análogo actual más próximo (Pinus arizonica, P. chihuahuensis, P. engelmannii, Quercus arizonica y Q. hypoleucoides) se localiza a una altitud de 500 m superior a la de la ciénega. Los cambios climáticos ocurridos al inicio y durante el Holoceno fueron modificando la vegetación de la ciénega y de la base de la Sierra La Madera, sustituyendo el bosque de pinos y encinos en un matorral espinoso que actualmente se encuentra en el sitio. El registro polínico sugiere que durante el final del Pleistoceno e inicio del Holoceno, en la base de la Sierra La Madera imperaba un clima más frío que en la actualidad y con mayores precipitaciones.

SE04-13

VARIABILIDAD CLIMÁTICA DESDE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL EN EL NORORIENTE DE MÉXICO

Rivero Navarrete Axel¹, Roy Priyadarsi D.², Sánchez Zavala José Luis² y López Balbiaux Nayeli³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Facultad de Química, UNAM
capiteorias@hotmail.com

La información sobre la variabilidad climática de la región subtropical Mexicana principalmente proviene de los registros ubicados en la región noroccidental y no existen registros en la parte nororiental del país. Se presenta un registro de la variabilidad climática del nororiental de México en una escala centenaria a milenaria con los indicadores proxy de aporte pluvial, actividad eólica, evaporación y productividad, inferidos de los sedimentos depositados en la cuenca lacustre El Potosí del estado de Nuevo León. La secuencia sedimentaria de la cuenca con una profundidad de 310 cm representan en los últimos 20 ka cal aP. El modelo de edad y las tasas de sedimentación muestran que cada centímetro de muestra registra las condiciones hidrológicas promedio desde 13 hasta 180 años. Las muestras fueron analizadas para las concentraciones multi-elementales (Ti, Ca, K, Fe, Si), abundancia de carbono orgánico total (COT) y carbonato, relación COT/N y susceptibilidad magnética. En general, la cuenca recibió menor aporte pluvial durante el Último Máximo Glacial (UMG) y el presente interglacial. La desglaciación fue caracterizada por un aumento en el aporte pluvial (19-12 ka cal aP) y mayor productividad (19-15 ka cal aP). La disminución en el aporte pluvial ocurrió principalmente durante los eventos de Heinrich (H1 y H0). Se registró un aumento en actividad eólica durante el UMG y en los últimos 4 ka cal aP. Los resultados de éste registro serán evaluados en comparación con los forzamientos regionales (insolación solar, cambio de temperatura en el hemisferio norte, migración latitudinal de Zona Convergencia Intertropical, actividad de El Niño Oscilación del Sur, etc.).

SE04-14

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL NORTE DE LOS TRÓPICOS AMERICANOS DESDE EL FINAL DEL MIS 3: EL REGISTRO GEOQUÍMICO DE SEDIMENTOS DEL LAGO DE CHALCO

Lozano García María del Socorro¹, Roy Priyadarsi D.¹, Ortega Guerrero Beatriz², Beramendi Orosco Laura² y Caballero Miranda Margarita²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
mslozano@unam.mx

La variabilidad climática del norte de los trópicos americanos durante el glacial tardío, está relacionada con los cambios en la posición media de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se ve modificada por cambios oceánicos y atmosféricos. Durante el verano, la cuenca de México recibe la mayor parte de la precipitación anual, cuando la ZCIT se desplaza al norte y los vientos Alisios transportan humedad del Atlántico. Para establecer las variaciones paleohidrológicas y la variabilidad

climática de los últimos 31,000 años se analizó una nueva secuencia sedimentaria del lago de Chalco (CHA VII) con un buen control cronológico. El modelo de edad de la secuencia esta basado en diez fechas de radiocarbono (AMS) y tres tefras de edad conocida. Los resultados del análisis geoquímico (Ti, Ca, Si, Fe, K, COT, CIT y C/N) ofrecen información sobre de aporte detrítico, tasas de erosión y balance hidrológico. La variaciones en las concentraciones elementales de los sedimentos son utilizadas para identificar oscilaciones milenarias como los eventos Heinrich. El registro de concentración Ti, que se interpreta como cambios en el aporte fluvial y pluvial en la cuenca, se compara con indicadores de cambio climático de la región tropical (Cariaco, Petén Itzá) y de Groenlandia.

SE04-15

LAST GLACIAL DROUGHTS AND FIRE REGIMES IN THE CENTRAL MEXICAN HIGHLANDS

Torres Rodríguez Esperanza¹, Lozano García María del Socorro¹, Roy Priyadarsi D.¹, Ortega Guerrero Beatriz², Beramendi Orosco Laura², Correa-Metrio Alexander² y Caballero Miranda Margarita²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

alarbol@yahoo.com.mx

Over the last glacial cycle, climate variations in the Neotropics were related to diverse forcing mechanisms. However, the scarcity of continuous long records limits our understanding of the forcings mechanisms associated with climatic variability in the American tropics. Here we use high-resolution charcoal particle accumulation, inorganic carbon precipitation and magnetic susceptibility data from Lake Chalco, located in high altitude tropical central Mexico, to assess the fire regimes and drought periods over the last 86.5k cal a BP. Overall, drought intervals were characterized by high carbonate deposition and were contemporary with high spring insolation. Most of high fire activity periods were coupled with droughts, whereas some of them seem to have responded to volcanic activity in the basin. Periods of intense fire activity during the latest part of MIS 3 were associated to a long interval of higher spring insolation. Increase in drought frequency and amplitude during 47-27k cal a BP were possibly linked to a more active Laurentide ice sheet influencing the oceanic and atmospheric controls of the tropical climatic system. In fact, Chalco and Cariaco records show similar millennial-scale trends, suggesting a role of the ITCZ at modulating moisture availability in the region.

SE04-16

PALEOSUELOS ROJOS DE TLAXCALA: UN REGISTRO TERRESTRE DE LA TRANSICIÓN CLIMÁTICA DEL PLEISTOCENO MEDIO (MPT)

Sedov Sergey¹, Soler Arechalde Ana María² y Solleiro Rebolledo Elizabeth¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

serg_sedov@yahoo.com

La parte central de México todavía presenta carencias en los registros de la evolución ambiental para el periodo previo al último ciclo glacial/interglacial. La secuencia tefra-paleosuelos en la cuenca alta de Tlaxcala contiene un archivo paleoecológico valioso para el Pleistoceno medio y tardío. Consiste de 11 paleosuelos individuales separados por tefras compactadas (tepetates). Los 3 paleosuelos inferiores forman la "Unidad Roja", dentro de la cual el límite Brunhes-Matuyama fue identificado por un estudio paleomagnético detallado. El tepetate en la base de la Unidad Roja produjo una edad por K/Ar de 900 ka antes del Presente, que concuerda con los resultados paleomagnéticos. Los paleosuelos de esta Unidad en comparación con las unidades paleopedológicas más recientes y el suelo moderno se caracterizan por un alto grado de alteración de los minerales primarios, acumulación de arcilla y óxidos de Fe. Estos últimos proporcionan una fuerte pigmentación pardo-rojiza. Este conjunto de rasgos demuestra un intemperismo más avanzado, indicativo de condiciones climáticas más cálidas durante la formación de la Unidad Roja que en toda la época posterior. Se observa también una amplia variedad de los rasgos de iluviación y procesos reductomórficos, típicos para las zonas húmedas, mientras que en la parte superior se encuentran evidencias de los procesos vérticos, que se desarrollan bajo climas estacionales con marcadas temporadas secas. A pesar de su lejanía, la comparación con las secuencias de loess-paleosuelos de Eurasia demuestra una clara similitud en la distribución de la señal pedogenética en varios perfiles. Los paleosuelos loessicos formados entre 950 y 500 ka antes del Presente en Austria, Serbia, Rusia y China también demuestran un desarrollo más avanzado y un grado de intemperismo más alto que los paleosuelos más jóvenes. Dicha similitud supone un control de los procesos climáticos globales sobre las tendencias pedogenéticas en todas las secuencias edafosedimentarias mencionadas. Con base en los fechamientos, la Unidad Roja de Tlaxcala, así como los paleosuelos correlativos loessicos, corresponden al intervalo de la evolución climática conocido como Transición Climática del Pleistoceno Medio (MidPleistocene climate transition – MPT). Los registros marinos documentan para este periodo un clima más cálido que precedió al establecimiento de la periodicidad de 100 ka de los últimos 4 ciclos glacial/interglacial. Suponemos que un gran número de las secuencias edafosedimentarias continuas del Cuaternario contienen señales de MPT, que esperan a su reconocimiento, análisis y correlación global.

SE04-17 CARTEL

ANÁLOGOS MODERNOS PARA LA VEGETACIÓN DEL PLEISTOCENO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Beltrán Martínez Juan Carlos¹, Correa-Metrio Alexander² y Bush Mark²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Florida Institute of Technology
beltran_jk@hotmail.com

Las vegetación en las tierras bajas de Centro América ha mostrado respuestas rápidas a la variabilidad climática global, mismas a la que se les ha atribuido la aparición de vegetación sin análogos modernos en diferentes momentos de la historia del área. Así, el estudio del grado de analogía entre comunidades modernas y pasadas constituye un insumo básico para el entendimiento de los cambios climáticos abruptos y la historia biogeográfica de la región. Se ha encontrado un grado moderado de analogía entre la vegetación que ocupó el área de Petén-Itzá (Guatemala) durante el último glacial y la vegetación moderna de las tierras altas adyacentes. Sin embargo, se conoce poco respecto a la vegetación de tiempos mas allá en el pasado. El propósito de esta investigación fue evaluar la analogía de la vegetación revelada por el registro de polen del Lago Petén-Itzá y la composición de la vegetación moderna que se encuentra hoy en día en la Península de Yucatán y en el Centro de México. para el propósito se usó evidencia palinológica del núcleo PI-7 con edades que van más allá de los 158,000 años antes del presente, la cual fue comparada con muestras de polen moderno de diversas localidades, así como con polen fósil de el último glacial. Las distancias mínimas squared-chord de entre 0.69 y 1.08 entre muestras de más de 150 000 años y la composición moderna, sugieren que no existieron análogos modernos para la vegetación que ocupó la cuenca del Lago Petén-Itzá en ese tiempo. Similarmente, las distancias entre muestras de el último glacial y aquellas de antes de 150 000 años sugieren una pequeña semejanza entre su composición, aunque eran menos distintas (de 0.42 a 1.09). Las distancias más grandes entre los conjuntos que están más separadas en el tiempo no son sorprendentes. Sin embargo, aún se necesita examinar si este patrón es el resultado de un proceso aleatorio, o si existen mecanismos subyacentes mas allá de los cambios climáticos abruptos que deban ser considerados para explicar esta divergencia en estructura y composición de las comunidades vegetales en el largo plazo.

SE04-18 CARTEL

HISTORIA DE LA VEGETACIÓN DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE: REGISTRO PALINOLÓGICO DEL PLEISTOCENO MEDIO EN EL LAGO DE BABICORA

Rodríguez-Pérez Erandi T., Lozano García María del Socorro y Roy Priyadarsi D.

Instituto de Geología, UNAM
tusa_yani@hotmail.com

Nuevas evidencias sobre la variabilidad climática durante el Pleistoceno medio en la región del desierto Chihuahuense indican que durante los últimos 80 ka los cambios ambientales en la región fueron importantes. Con base en el análisis palinológico de una secuencia lacustre de 580 cm de profundidad perforada en el lago de Babicora se reconstruyeron las comunidades vegetales entre 76.2 a 38.3 ka. El Lago Babicora (29° 15', 29° 30' N; 107° 40', 108 °O, altitud de 2 138 m.s.n.m) esta localizado en una cuenca endorreica tectónica en la porción occidental del desierto Chihuahuense colindando al oeste con la Sierra Madre Occidental. El clima actual se caracteriza por una precipitación media anual de 500mm con lluvia de verano y una temperatura media anual de 11°C. El modelo de edad de la secuencia fue construido con base en 9 fechas de radiocarbono para los primeros 4m y la edad fue extrapolada tomando una tasa de sedimentación de 0.017 mm/año. Los palinomorfos fueron extraídos de la matriz sedimentaria y los datos palinológicos fueron analizados con el programa Tilia 2.1 (Grimm, 1991-1993). Se reporta la presencia de 40 palinomorfos pertenecientes a 38 taxa distintos. Los resultados obtenidos indican la presencia de un bosque de Pinus-Cupressacea entre los 76.2 y 66.9 ka. Entre los 66.9 y 59.9 ka se presenta un bosque de Pinus-Quercus y Picea, mientras que entre el 59.9 y 38.3 ka la vegetación dominante es un bosque de Pinus-Quercus. Se reconstruyen condiciones más húmedas hasta los 58 ka, que permitieron el acarreo de granos de polen producidos en sitios más cercanos a la fuente de depósito y condiciones más secas entre los 58 y 38 ka, periodo en la que, posiblemente hubo un mayor acarreo de polen de sitios más lejanos, como lo indica la menor preservación de granos de polen sacados.

SE04-19 CARTEL

HISTORIA AMBIENTAL DEL HOLOCENO BASADA EN OSTRÁCODOS DEL LAGO OCOTALITO, SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MÉXICO

Díaz Alvarez Karen Alejandra, Pérez Alvarado Liseth,
Correa-Metrio Alexander y Franco Gaviria Felipe
UNAM, IG
kada.801@gmail.com

La selva Lacandona posee varios lagos de elevaciones medias (600 a 1200 msnm) de gran potencial para estudios paleolimnológicos que podrían proporcionar

información sobre la historia ambiental y climática de los trópicos. Los ostrácodos no marinos (Crustacea: Podocopa) son microcrustáceos (?3 mm) protegidos por dos valvas de calcita baja en magnesio que se preservan en sedimentos del lago. Habitan en casi todos los ambientes acuáticos, y son altamente sensibles a cambios en las condiciones ambientales y climáticas. Este estudio presenta una historia ambiental y climática basada en ostrácodos del lago Ocotitalito (meso-eutróficos, 20 m profundidad max.). Una secuencia sedimentaria de 5.4 m de longitud que abarca los últimos ~9.500 años cal. AP fue recuperada del lago. La reconstrucción incluyó: I) análisis de las asociaciones de ostrácodos fósiles, II) isótopos estables (d18O y d13C) determinados de valvas de la especie más abundante y dominante, *Cytheridella ilosvayi*, III) análisis de Sr, Ti, y susceptibilidad magnética (?) en sedimentos, y IV) aplicación de funciones de transferencia ya existentes (Pérez et al. 2011, 2010) para la reconstrucción cuantitativa del nivel del lago y la conductividad. El ensamble de especies fósiles se compone de tres especies bentónicas y tres nectobentónicas. La especie dominante fue *C. ilosvayi* y especies menos abundantes fueron: *Cypridopsis okechobei*, *Darwinula stevensoni*, *Heterocypris punctata*, *Pseudocandona* sp. y *Potamocypis* sp. El Ti, Sr, d13C, d18O y susceptibilidad magnética se utilizaron como indicadores de precipitación, salinidad, productividad, la relación de evaporación/ precipitación y erosión, respectivamente. En general, la reconstrucción muestra coincidencia con otros registros regionales, que apuntan a una tendencia hacia condiciones más secas a lo largo del Holoceno. La alta precipitación está asociada con una posición más al norte de la ZCIT, que caracteriza al Holoceno temprano; durante el Holoceno medio, la insolación de verano disminuyó en el hemisferio norte y la actividad del ENSO aumentó, el clima en la Selva Lacandona se convirtió en seco y más variable. Las concentraciones isotópicas en el lago durante el Holoceno en Ocotitalito reflejan variaciones en la relación de precipitación/evaporación (d18O) y cambios en la productividad de los lagos (d13C), que conduce a la identificación de cinco periodos principales, que se correlacionan con los isótopos del lago Petén Itzá, Guatemala y otros registros de la Península de Yucatán.

SE04-20 CARTEL

CLADÓCEROS COMO PALEOINDICADORES DE LAS DINÁMICAS AMBIENTALES EN EL TRÓPICO DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO.

Vázquez Molina María Yosahandy¹, Correa-Metrio Alexander¹, Zawisza Edyta², Pérez Alvarado Liseth¹, Roy Priyadarsi D.¹ y Prado Blanca¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Department of Quaternary Geology, Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences
yosalu1@hotmail.com

Los cladóceros, también conocidos como pulgas de agua, son un suborden de microcrustáceos (?3mm) provistos de un caparazón que deja fuera la cabeza y unas largas antenas. Es común encontrarlos en casi todos los ambientes acuáticos y sus restos se preservan bien en los sedimentos lacustres. Su estudio a través de secuencias sedimentarias ofrece un buen indicador de las condiciones ambientales del pasado dado que su presencia está controlada por condiciones ambientales específicas. En el presente estudio se utilizaron comunidades fósiles de cladóceros encontrados en un núcleo sedimentario del Lago Lacandón (Chiapas, México.). Igualmente, se utilizaron indicadores geoquímicos y geofísicos (Ti, Fe, Sr, Ca, y susceptibilidad magnética) para inferir las condiciones de ambientales del lago y su relación con el clima local y regional durante el Holoceno tardío. La asociación de cladóceros a lo largo del registro se compuso de 16 especies pertenecientes a dos familias, cuyo recambio de especies permitió una división del registro en 5 zonas ecológicas. Mientras las zonas I y III fueron dominadas por especies litorales, la zona II se caracterizó por la ausencia casi total de cladóceros. Por su parte, las zonas IV y V mostraron dominancia de especies planctónicas. Los resultados mostraron que el cambio ambiental más importante tuvo lugar ~1800 años AP. Antes de esta fecha se observó un nivel del lago bajo, y comunidades de cladóceros dominadas por especies características de aguas poco profundas comúnmente asociadas a plantas sumergidas. Igualmente, durante este intervalo de tiempo se observó una relación lineal entre la susceptibilidad magnética y el Fe, sugiriendo altos niveles de oxígeno disuelto en el fondo del lago. De manera contrastante, entre ~1800 años AP y el presente, esta relación lineal desapareció y la comunidad de cladóceros estuvo dominada por especies planctónicas, sugiriendo un nivel más alto del lago. Las concentraciones de Ti y Ca permitieron la distinción de 2 sub-periodos: de ~3600 años AP a ~2900 se observan condiciones inestables y secas, y entre ~2900 a ~1800 AP se infirió un llenado relativamente rápido de la cuenca caracterizado por alta erosión y bajas concentraciones de cladóceros. Entre ~1800 años AP y el presente las concentraciones de Ti y Ca se estabilizaron y la comunidad de cladóceros se recuperó. El máximo nivel del lago se alcanza cerca de ~1000 años AP y de acuerdo con la evidencia geoquímica hubo un periodo estable y húmedo hasta ~500 años AP.

SE04-21 CARTEL

CARBONO ORGÁNICO, CARBONO INORGÁNICO Y NITRÓGENO EN LOS SEDIMENTOS LACUSTRES DEL PLEISTOCENO Y HOLOCENO EN LA ZONA SUBTROPICAL DE MÉXICO

Hernández Juárez Norma Lucina¹, Roy Priyadarsi D.², Lemus Neri Víctor H.³, López Balbiaux Nayeli³ y Rivero Navarrete Axel⁴

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³USAI, Facultad de Química, UNAM

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
nlucinahj@ciencias.unam.mx

Este trabajo presenta una síntesis de las concentraciones de carbono orgánico (COT), carbono inorgánico (CO3) y nitrógeno (N) en los sedimentos depositados en cinco diferentes cuencas lacustres de la región subtropical de México. Las cuencas (Las Cruces, La Salada, El Potosí, Santiaguillo y Babicora) están ubicadas entre las latitudes 22 ° y 29 ° N, en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León, Durango y Chihuahua. Los sedimentos de estas cuencas representan diferentes intervalos de tiempo. Por ejemplo, el perfil sedimentario de Las Cruces fue depositado en los últimos 8.4 cal ka AP y la columna sedimentaria de La Salada representa la historia de los últimos 80 cal ka AP. Excepto por la cuenca de El Potosí, las concentraciones de COT (0 - 5%) y N (0 - 0.5%) son relativamente homogéneas. La relación COT/N sugiere que la materia orgánica en las cuencas proviene tanto de vegetación terrestre como vegetación lacustre. La cuenca de El Potosí está caracterizada por una mayor productividad orgánica (COT: hasta 27.5%) y una mayor precipitación de carbonatos (CO3: hasta 55.2%). En el resto de las cuencas, la precipitación de CO3 es variable y dominante (0.8-37.2%). Los carbonatos están representados por diferentes abundancias de calcita, proto-dolomita, huntita y gaylussita.

SE04-22 CARTEL

CORRECCIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS DATOS DE FRX PORTÁTIL EN LA INVESTIGACIÓN PALEO-CLIMÁTICA: UN ESTUDIO CON SEDIMENTOS LACUSTRES DEL NORTE DE MÉXICO

Gamez Nuñez Emmanuel Jesús¹, Roy Priyadarsi D.², Zamora Martínez Olivia² y Lozano Santacruz Rufino²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

egameznunez@hotmail.com

Debido al calentamiento global y cambio abrupto en la temperatura en el mundo moderno, las investigaciones para inferir condiciones climáticas del pasado han adquirido una gran importancia. El conocimiento sobre los ecosistemas, variaciones de precipitación, temperatura y la productividad biológica del pasado proveen información para la comprensión de los diferentes parámetros climáticos en el futuro. La generación de los registros paleo-climáticos se hace a través de estudios de las características multidisciplinarias en los depósitos geológicos (sedimentos lacustres, sedimentos marinos, espeleotemas, núcleos de hielo, fósiles, etc.). En las últimas décadas, una gran mayoría de los registros paleo-climáticos son de alta resolución (en escalas centenarias y milenarias) y están reconstruidos con los datos de la concentración multi-elemental en sedimentos. En este trabajo, se comparan los resultados de las concentraciones de seis diferentes elementos (Ti, Fe, K, Ca, Sr y Zr) usando dos diferentes equipos de FRX (portátil y tradicional) en muestras recolectadas de cuatro diferentes cuencas lacustres (Babicora, Santiaguillo, La Salada y Las Cruces) del norte de México. Las muestras fueron depositadas durante diferentes intervalos de tiempo en el Cuaternario tardío y son de diferentes composiciones mineralógicas. Las concentraciones obtenidas de los dos equipos muestran coeficientes de correlación altos (>0.9) para Ti, Fe, Ca y Sr. La concentración de K muestra una correlación de 0.7 y los datos de Zr no muestran ninguna correlación. Los datos obtenidos del equipo portátil subestiman las concentraciones de Ti y Ca y sobrestiman los valores de Fe, K y Sr. Se proponen las ecuaciones de regresión lineal de cada elemento para poder corregir los datos del FRX portátil para su posterior uso como diferentes proxy indicadores.

SE04-23 CARTEL

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL REGISTRO DE LOS ÚLTIMOS CA. 30,000 AÑOS EN LA SECUENCIA LACUSTRE DE CHALCO: UNA APROXIMACIÓN DESDE EL MAGNETISMO DE ROCAS.

Ortega Guerrero Beatriz, Lozano García María del Socorro y Caballero Miranda Margarita
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
bortega@geofisica.unam.mx

Las propiedades magnéticas de los sedimentos constituyen una poderosa herramienta para caracterizar sus componentes. Estas propiedades dependen de la composición, concentración y tamaño de los minerales magnéticos

presentes en los sedimentos, usualmente óxidos de hierro ferrimagnéticos (titanomagnetitas) y antiferromagnéticos (hematita, limonita), hidróxidos (goethita) o sulfuros ferrimagnéticos (pirrotita, greigita). El origen de estos minerales en los sedimentos puede tener de diferentes fuentes: minerales primarios derivados de la erosión de rocas preexistentes o actividad volcánica, productos del intemperismo, o formados durante la diagénesis. Los análisis de magnetismo de rocas permiten entender las relaciones entre el aporte detrítico, la productividad biológica y la diagénesis, y a su vez éstas permiten establecer las relaciones entre la mineralogía magnética y la variabilidad climática. Los análisis de parámetros magnéticos en los sedimentos de Chalco incluyen las mediciones de susceptibilidad magnética, magnetización remanente anhisterética, magnetización remanente isoterma, parámetros de histéresis, y cocientes entre estos parámetros. Estos resultados se comparan con proxies no magnéticos, como parámetros geoquímicos (C, N, TIC, TOC, etc.) para validar las interpretaciones derivadas a partir de los primeros. En este trabajo presentamos la interpretación del registro de magnetismo de rocas de los últimos ca. 30,000 años.

Sesión Especial

Energía y ambiente

Organizadores:

José Martínez Reyes

Iván Vera Romero

Melitón Estrada Jaramillo

Agustina Ortiz Soriano

SE05-1

PROPUESTA ENERGÉTICA PARA EL SECTOR AVÍCOLA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

Bautista Oliveros José Alfredo, Rodríguez Villanueva
Roberto Carlos y Cárdenas Núñez Víctor Eduardo
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
ing.abautista@gmail.com

Desde los inicios de la humanidad se ha generado un crecimiento poblacional descontrolado, situación que ha sido influida por factores como el incremento del tiempo de vida promedio, la ausencia de enemigos naturales, la mejora de la calidad de vida y el fácil acceso y explotación de los recursos disponibles. Esto ha planteado a la sociedad la necesidad de buscar fuentes alternativas de energía más sustentables para cubrir sus necesidades energéticas, por lo que se retoman ideas y tecnologías relativamente antiguas que se perfeccionan para poder mitigar en parte la demanda energética de la población actual, estas fuentes se conocen como energías renovables. En México, la implementación de proyectos de energías limpias no ha tenido el impulso y desarrollo que se observa en otros países; esto se debe en su gran mayoría a factores como el desinterés de algunos sectores productivos y de gobierno, cuestiones culturales, desconocimiento del tema, falta de inversión, altos costos de inversión inicial, entre otros. Es de suma importancia informar y concientizar sobre las fuentes de energía renovable que se pueden utilizar para disminuir la dependencia de los combustibles no renovables que se consumen, creando alternativas viables de producción de energía. Por lo anterior, es necesario incorporar gradualmente las nuevas fuentes renovables de energía en México, combinando estas mismas con el consumo de combustibles tradicionales. El presente trabajo se presenta un dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica de auto consumo en una granja avícola por medio de la interconexión a la red de distribución de CFE, basándose en el diseño lumínico del área de postura, en el análisis de cargas de la granja el cual respeta la normatividad correspondiente en nuestro país y en el análisis de costos del sistema fotovoltaico. Se inicia por determinar las necesidades de iluminación que requiere el ave, ya que es un aspecto importante para garantizar su bienestar, generando un diseño óptimo y eficiente, garantizando un buen uso de la energía eléctrica. Se hace uso de herramientas de diseño y simulación especializadas en la iluminación y pruebas virtuales que muestran los resultados antes de hacer la inversión en el equipo. Una vez conociendo las necesidades energéticas que requiere la granja se procede al dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el autoabastecimiento eléctrico tomando como referencia el presupuesto realizado por la empresa Helios de Sahuayo, Michoacán. El desarrollo se basa en las especificaciones técnicas de los equipos y en la insolación media que tiene el lugar de acuerdo a datos obtenidos de la NASA. El análisis del costo beneficio obtenido del sistema fotovoltaico en base a proyecciones realizadas en las tarifas actuales del kilowatt hora por la compañía suministradora de energía de México (CFE).

SE05-2

RETOS Y OPORTUNIDADES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR USO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MÉXICO

Velázquez Angulo Gilberto, Romero González Jaime, Garza Almanza
Victoriano, Barraza García Roberto y Ahumada Cervantes Ramiro
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ
gvelazq@uacj.mx

El cambio climático ha sido identificado por la Organización de las Naciones Unidas como el principal reto a nivel mundial en el siglo XXI. La humanidad ha tenido un gran desarrollo en los últimos 10,000 años debido en gran parte a un clima relativamente estable, lo cual se ve amenazado por el incremento en las concentraciones atmosféricas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo el dióxido de carbono el GEI que más aporta al calentamiento del sistema climático produciendo cambios que están impactando de manera negativa los socio-ecosistemas a nivel mundial, principalmente por el incremento en la cantidad e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos (sequías, inundaciones, ondas de calor, etc.). La principal fuente antropogénica de emisiones de GEI es la quema de combustibles fósiles durante la generación y uso de energía, lo cual ha producido un incremento en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono desde 280 ppm antes de la revolución industrial hasta más de 400 ppm en el 2014. Las Instituciones de Educación Superior (IES) son de gran importancia para abordar el desafío de la mitigación del cambio climático en México, ya que pueden servir de modelo en la realización de proyectos de energías renovables y eficiencia energética que permitan reducir las emisiones de GEI en sus instalaciones y vincularse con la sociedad en general al enseñar a sus estudiantes la estrecha relación entre energía y medio ambiente, así como las habilidades y conocimientos que requieren para abordar la crisis mundial del cambio climático que ha sido identificado como un asunto de seguridad nacional por varios países. En este trabajo se presenta un análisis de los retos que se tienen en las IES de México para abordar de manera efectiva los temas de energía, medio ambiente y cambio climático; mostrando de manera clara su interrelación, por lo que es de suma importancia el tratarlos de manera conjunta y no como temas aislados. Se presentan también las oportunidades de desarrollo e implementación de proyectos de energías renovables y eficiencia

energética que permitirán reducir las emisiones de GEI tanto al interior como al exterior de las IES.

SE05-3

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA

Martínez Reyes José, Vera Romero Iván, Estrada
Jaramillo Melitón, Ortiz Agustina y Moreno Nava Ignacio
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
jmreyes@geociencias.unam.mx

La prospección geoquímica como una rama de la Geoquímica Aplicada o "Geoquímica del Paisaje" estudia la ubicación espacial y temporal de anomalías geoquímicas con el propósito de ubicar recursos geológicos de valor económico. La zona michoacana de la Ciénega de Chapala se encuentra al este del rift Citala que alberga un sistema geológico que da lugar a la actividad hidrotermal regional, principalmente las fallas Ixtlan y Pajacuacan. La geotermia regional se compone de un hidrotermalismo superficial constituido de manantiales y pozos de agua caliente con temperaturas entre 48 y 94 °C en Ixtlan de los hervores así como de volcanes de lodo en los negritos. Las aguas y gases de estas manifestaciones hidrotermales poseen características físico-químicas que indican la presencia de fluidos geotérmicos. A fin de realizar la búsqueda de posible presencia de minerales de valor económico se realizó un estudio de análisis químico elemental por microscopia electrónica de barrido en muestras de roca de la sierra de Pajacuacan, el resultado del análisis indica valores claramente anormales lo cual puede ser indicativo de una anomalía geoquímica así como la posible presencia de minerales de valor económico en la región. Por todo lo anterior, la Ciénega michoacana de Chapala es una zona donde puede continuarse el trabajo de exploración tanto geotérmico como mineralógico mediante técnicas convencionales o incluso con tecnologías totalmente innovadoras.

SE05-4

EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADO (GEI) EN MEXICALI, DEBIDAS AL TRASLADO DE PERSONAL A LA INDUSTRIA MAQUILADORA

Santos Gómez Ma. de los Ángeles, Ibañez Acevedo Yidanes
Alejandra, Galindo Duarte Moisés y Leyva Camacho Osvaldo
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
msantos@uabc.edu.mx

La preocupación por el medio ambiente y la calidad de vida de la población ha llevado al estudio de los factores que influyen en su deterioro; es en las ciudades donde se produce la mayor cantidad de emisiones, debido a la concentración de actividades y al alto consumo energético, principalmente por el transporte motorizado y la utilización de combustibles fósiles. El trabajo es una de las actividades que más demanda desplazamientos en las zonas urbanas; en Mexicali, una gran cantidad de empleos están relacionados con la industria maquiladora, presenta un alto índice de motorización, tres veces la media nacional; en 2010, su población era de 806,396 habitantes y el número de empleados en la industria maquiladora era de 45,548. En Mexicali, más del 80% de los viajes se llevan a cabo en transporte particular, el transporte público ofrece servicio de las cinco a las veintitrés horas, pero existen industrias cuyos horarios de producción abarcan las veinticuatro horas, lo cual, aunando a la cobertura de las rutas de transporte, genera un déficit de atención a los usuarios de este sector. Lo anterior ha forzado a la búsqueda de alternativas, entre las que destaca la contratación de empresas de transporte de personal, lo que aumenta la cantidad de unidades en circulación y consecuentemente el consumo de combustible y la generación de emisiones. El principal objetivo de esta investigación fue el de elaborar un modelo para realizar el diagnóstico y la evaluación de escenarios de emisiones de GEI generadas por el transporte de personal de la industria maquiladora en la ciudad de Mexicali, a partir de la aplicación de una encuesta, para proyectar emisiones a mediano y largo plazo. Con la aplicación del modelo mencionado, el cual consta de 42 variables, se encontró que, de continuar las tendencias actuales, a partir de los viajes con motivo hogar-trabajo-hogar desde y hacia la industria maquiladora, las emisiones de GEI aumentarían 9% en diez años y 20% en veinte años. La evaluación de escenarios dio como resultado un descenso en las emisiones, al aplicar acciones como vehículo compartido, disminución de longitud de viajes y modernización de los sistemas de transporte público y de personal. Con la combinación de las dos primeras se obtendría una disminución de 14% en las emisiones en 20 años mientras que con las dos últimas se tendría hasta un 8% menos emisiones de GEI. El no llevar a cabo acciones que cambien las condiciones actuales de los sistemas de transporte incide en un crecimiento de la contaminación a mediano y largo plazos. La realización de la estimación de emisiones por los viajes al empleo en determinado sector productivo, contribuye a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, a partir de la generación de información que permita una planeación territorial y de los servicios públicos eficiente, atendiendo a la demanda de la población y minimizando los efectos negativos sobre el medio ambiente y las personas, aprovechando al máximo la infraestructura y los recursos existentes.

SE05-5

DISEÑO DE UN PURIFICADOR SOLAR QUE COMBINA TRES MÉTODOS DE DESINFECCIÓN, SODIS, FOTOCATÁLISIS Y LA PASTEURIZACIÓN

Estrada Jaramillo Melitón, Vera Romero Iván, Martínez Reyes José y Ortiz Agustina
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
 mestrada@ucienegam.edu.mx

El agua para consumo humano representa uno de los principales problemas en países en desarrollo sobre todo en las zonas de alta marginación, debido a que no se alcanza la calidad necesaria para su consumo, la mayoría de las veces el agua es contaminada por heces fecales lo que provoca enfermedades como fiebre tifoidea, salmonelosis, cólera, gastroenteritis, por mencionar algunas, estas son provocadas por diversos microorganismos tales como *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera*, *E. coli* entre otros, los cuales pueden causar la muerte. Existen diversos métodos para la desinfección de agua con diversos grados de eficacia, la combinación de uno o más métodos potencializa la desinfección, en el presente trabajo se propone un diseño de un purificador solar, combinando tres métodos; SODIS que aprovecha la luz del sol y la radiación UV en la desinfección del agua, otro método es el uso de TiO_2 aplicado en el depósito de agua para contribuir a un proceso fotocatalítico y promover la eliminación de microorganismos, finalmente se aplica en el dispositivo la desinfección térmica a través del calentamiento y enfriamiento del agua por medio de un concentrador solar y un sistema de enfriamiento por evaporación solar, los tres métodos se aplican de manera simultánea a excepción del proceso de enfriamiento que se da en la etapa final. Keywords: Desinfección solar, Agua potable, fotocátalisis, pasteurización solar.

SE05-6

ALTERNATIVA ENERGÉTICA POR MEDIO DE UNA FUENTE RENOVABLE PARA LA REGIÓN CIÉNEGA DE CHAPALA

Vera Romero Iván, Estrada Jaramillo Melitón, Ortiz Agustina y Martínez José
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
 ivanverar@gmail.com

La cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) y del estiércol proveniente de ganado porcino y bovino generados en la Región de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, representan un gran problema de contaminación ambiental en la zona. No solo se da la emanación de gases perjudiciales a la atmósfera por la descomposición de la materia orgánica, también se presenta contaminación al lago de Chapala así como a los ríos y canales que atraviesan esta región, por la acción de verter los estiércoles directamente. También se ven afectados los cuerpos de agua subterráneos por la infiltración de los lixiviados. Por tanto, una solución que pudiera darse para minimizar el efecto se enfoca en el uso de estos residuos como fuente para la obtención de una forma de energía renovable que pueda aprovecharse para la generación de energía eléctrica consumida en la región. Obteniendo no solo un beneficio ambiental sino además el beneficio de obtener energía a un menor costo para los municipios.

SE05-7

ESTUDIO GEOQUÍMICO PARA LA UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS COMO RECURSO ENERGÉTICO ALTERNATIVO, CASO PRADOS DE LA MONTAÑA, SANTA FÉ, D.F., MÉXICO.

Villanueva Estrada Ruth Esther¹, Rocha Miller Roberto², Arvizu Fernández José³, Castro González Alejandra⁴, Búcker Matthias⁵
⁶, Flores Orozco Adrián⁶, Pita Carlos⁷ y López Álvarez Alejandro⁸

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²RESINERGIA SAPI de C.V.

³Instituto de Investigaciones Eléctricas, División de Energías Alternas, Gerencia de Energías no Convencionales

⁴Posgrado de Ingeniería, UNAM

⁵Viena Universidad de Tecnología, Austria

⁶Universidad de Bonn, Alemania

⁷GEOTEM Ingeniería S.A. de C.V.

ruth@geofisica.unam.mx

Un sitio de disposición final (SDF) es el término usado para describir el espacio físico donde son dispuestos los residuos pero sin cumplir una o varias de las características de los rellenos sanitarios. Los residuos sólidos que se depositan en un SDF llevan a cabo una serie de transformaciones bioquímicas que producen gases de efecto invernadero a partir de las reacciones de degradación de la materia orgánica. El biogás formado es una mezcla de metano (55 – 75 %) y dióxido de carbono (45 – 25%) y cantidades traza de otros gases. Por tanto, los SDF constituyen una fuente importante de metano que además de ser un gas de efecto invernadero, puede ser utilizado para generación de energía. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el potencial para el aprovechamiento de la energía residual que se genera en el sitio de disposición final Prados de la Montaña (SDF?PM). Se analizó la calidad de biogás en los 112 pozos integrados a una red de extracción (pasiva y forzada). Se utilizó una cámara de acumulación de gases para medir flujos y así poder evaluar la integridad y eficacia de la capa sello. De los resultados preliminares, se puede

concluir: (1) El contenido de metano en el biogás está en el orden de 45 a 69%. (2) La extracción forzada favorece la intrusión de aire a través de las grietas y disminuye el contenido de metano en la mezcla. (3) Aplicando el modelo mexicano de biogás se estimó el flujo por recuperar es de 1080 m³ h⁻¹, considerando una eficiencia del 75%; este dato es inferior a los 1500 m³ h⁻¹ obtenido en las mediciones directas. Lo que se observa en el SDF-PM es una buena calidad y cantidad de biogás producido pero las variables como temperatura, humedad, materia orgánica disponible pudieran estar afectando la velocidad producción del biogás con respecto al tiempo.

SE05-8 CARTEL

PUEBLA, ¿UN LUGAR IDEAL PARA LA GEOTERMIA?

Amaro Martínez Raymundo Eric y Paniagua Solari Laura Alicia
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
 eric.amtz@hotmail.com

Como se ha mencionado en diversos foros, México tiene un potencial geotérmico envidiable especialmente el estado de Puebla, al estar ubicado dentro del eje neovolcánico, tiene una capacidad importante de generar energía gracias a la presencia de diversas manifestaciones geotermiales como emanaciones de agua caliente, escapes de vapor, manantiales termales en distintas partes del estado. Se analiza en un principio la zona de "Los Humeros" y Acoculco, así como otros lugares como Chignahuapan, Izucar de Matamoros, Tehuacán y Huehuetlan que tienen presencia de aguas termales. Por lo que en este trabajo se analizan las características geológicas de los yacimientos geotérmicos ubicados dentro del estado de Puebla y se analizará la viabilidad de una técnica adecuada para la generación de energía.

SE05-9 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE UN PASTEURIZADOR SOLAR DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Figuerola Magallón Mayra Leticia y Estrada Jaramillo Melitón
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
 mayraucm@hotmail.com

En la región de la Ciénega de Chapala del Estado de Michoacán, en épocas de lluvia se potencializa la contaminación del agua del lago, debido a la cantidad de animales existentes en la región y que las zonas de pastoreo se localizan muy próximas. Esto genera un foco de infección, ya que la materia fecal es depositada en el lecho cenagoso y al estar en contacto con el agua se contamina y es vertida en los campos de cultivo mediante sistemas de bombeo para su riego. Asimismo gran cantidad de personas que viven cercanas al lago colectan agua para tomarla como agua de uso, para cocinar alimentos y bañarse. El agua contaminada contiene microorganismos patógenos, tales como, *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* cólera. Estas enfermedades son caracterizadas por que causan cefalea, fuertes evacuaciones diarreas, fiebre, mareos y pueden llegar a ocasionar la muerte. En este trabajo se presenta una propuesta de desinfección de agua que es posible implementar en la región de la Ciénega, a través de un proceso de pasteurización solar. El dispositivo consta de un depósito de agua y un concentrador parabólico cilíndrico. En el análisis preliminar se presenta la eficiencia térmica del dispositivo, y la estimación de los parámetros de pasteurización (temperatura y tiempo de residencia) a partir de la radiación solar en la región de la Ciénega de Michoacán.

SE05-10 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE UNA ESTUFA SOLAR MODIFICADA

Tejeda Rodríguez Cristian, Navarro Garza Jesús, Rodríguez Ochoa Pablo Armando y Estrada Jaramillo Melitón
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
 crislemon@hotmail.com

El uso de las tecnologías que aprovechan las energías renovables son necesarias para el aprovechamiento de los recursos naturales y su conservación, ya que en la actualidad la mayoría de las tecnologías consumen diversos combustibles de origen fósil y representan un riesgo a la salud del planeta y de los seres vivos. Por ejemplo el carbón, el cual a una gran escala se quema para generar energía eléctrica en diversas carboceléctricas de México y emiten diversas especies químicas nocivas al ambiente, de manera similar ocurre esta emisión de contaminantes pero en pequeña escala, a través del fogón de tres piedras, el cual se usa para la cocción de alimentos en zonas rurales. Esto último se debe a los usos y costumbres en diversas regiones de México, potenciando enfermedades respiratorias en las personas que utilizan esta forma de cocinar. Este problema se puede disminuir al cocinar los alimentos a través de la energía solar. Existen diversos diseños de estufas solares, sin embargo no se han evaluado los desempeños de estas. En este trabajo se analiza la eficiencia térmica de una estufa solar modificada, la cual cuenta con 2 fuentes de calor para su funcionamiento. La estufa solar consta de 4 elementos principales, un horno solar tipo caja, un intercambiador de calor, un colector de placa plana y un sistema de bombeo fotovoltaico. El fluido de trabajo es aceite vegetal extraído de maíz.

SE05-11 CARTEL

ANÁLISIS DEL EFECTO DE VEGETACIÓN COMO PROTECCIÓN ANTI-SOCAMAMIENTO ALREDEDOR DE BASES DE TURBINAS EÓLICAS EN MAR

Paterson Isabelle Alice Rose¹ y Magar Vanesa²

¹Plymouth University, Reino Unido

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
i.a.r.paterson@gmail.com

Se investiga experimentalmente, y a escalas de laboratorio, el socavamiento alrededor de la base de una estructura marina sometida a una corriente continua, y protegida con elementos de vegetación. Se reportan las observaciones obtenidas de 4 experimentos a 2 niveles de agua, $h=0.4\text{m}$ y $h=0.5\text{m}$. La estructura utilizada consistió en una base cilíndrica sencilla. Los 4 experimentos que se efectuaron, consistieron en un experimento de socavamiento sin protección, seguido de tres experimentos con protección. La protección consistió en dos círculos de vegetación, concéntricos con la base, y posicionados en cada experimento a diferentes distancias del centro de la base. En cuanto el socavamiento alcanzó su geometría y profundidad de equilibrio, se usó un scanner para producir mapas de elevaciones del fondo. De este modo, se estudió la profundidad, la forma, y la extensión del socavamiento obtenido en cada uno de los 4 experimentos. Estos experimentos permitieron observar que la extensión del socavamiento se puede reducir de manera significativa cuando se protege a la base con elementos de vegetación. En particular, se observó que la profundidad del socavamiento se podía reducir entre 15% y hasta el 70% para algunos casos, con un promedio de reducción de profundidad del socavamiento de alrededor del 39%. Debido a que no hay muchos estudios ya existentes de protección anti-socavamiento por vegetación, los resultados no se pudieron validar con experimentos ya publicados en la literatura. Se recomienda continuar este tipo de estudios para validar y mejorar posibles diseños de protección anti-socavamiento usando vegetación.

SE05-12 CARTEL

CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTUFA SOLAR MODIFICADA QUE APROVECHA DOS FUENTES DE CALOR

Valencia Valencia Martín Eduardo, Tejeda Rodríguez Cristian, Estrada Jaramillo Melitón, Vera Romero Iván, Martínez Reyes José y Ortiz Agustina
Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, UCM
martinv2688@gmail.com

En el Estado de Michoacán existen zonas rurales que generalmente no cuentan con todos los servicios básicos como son la energía eléctrica, el gas LP, drenaje y agua potable. Al no contar con estos servicios hacen uso de los recursos que ofrecen los alrededores, un caso típico es la cocción de alimentos en zonas rurales donde se recurre a la quema de biomasa, la cual puede generar consumos madereros y con ello producir emisiones de CO₂. Existen alternativas viables para satisfacer esta necesidad, como lo es el uso de estufas solares para la cocción de alimentos. El recurso solar en Michoacán pueden alcanzar hasta 1300 W/m², lo cual brinda una clara opción para la implementación de estos dispositivos. Este parámetro es fundamental en el diseño de los dispositivos ya que deben responder a los tiempos de cocción de los alimentos. En este trabajo se presenta la metodología de construcción de una estufa solar modificada, la cual propone aprovechar dos fuentes simultáneas de calor de origen solar y que pueda contribuir en la disminución del tiempo de cocción de los alimentos. La estufa consta de 4 componentes principales: El horno solar tipo caja, el cual funciona absorbiendo calor de la radiación solar al interior del horno. Un intercambiador de calor se aloja dentro del horno, este dispositivo permite otra entrada de calor dentro del horno, que es transmitida por colector de placa plana. El colector de placa plana es el que recibe la energía solar y la transfiere al intercambiador, por medio de un fluido de trabajo. Un sistema de bombeo solar que permite recircular el fluido de trabajo, la bomba se conecta a una batería de 12 volts de corriente directa para su funcionamiento y a través de un panel fotovoltaico se carga.

SE05-13 CARTEL

COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA BIOSORCIÓN DE Pb²⁺ DE TYPHA LATIFOLIA ORIGINARIA DE CHIAPAS Y TOLUCA

Morales Diana¹, Muñoz Carolina² y Cordova Molina Cynthia del Carmen²

¹Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM
diana.modsa@gmail.com

La contaminación del agua por metales pesados es una preocupación mundial ya que las elevadas concentraciones de metales se vuelven tóxicas para seres vivos. Los metales no pueden ser degradados a formas más simples y algunos metales pueden ser reactivos, por lo que, a lo largo de las últimas décadas se han buscado varios métodos por los cuales se pueda disminuir la concentración de estos en el agua. La biosorción de metales pesados en los tejidos vegetales por medio de plantas inertes, se tiene como una alternativa favorable con el medio ambiente y es de bajo costo. En este trabajo se utiliza Typha Latifolia, la cual se caracteriza

por encontrarse cerca del agua, su distribución en el mundo va desde la parte norte hasta las zonas tropicales, teniendo gran presencia en América, Euroasia y África. Los organismos pueden variar sus capacidades biológicas dependiendo del ambiente donde se desarrollan, por lo tanto en este trabajo se evalúa la capacidad de remoción de Typha latifolia originaria del Edo. de México y se compara con los resultados obtenidos en un trabajo previo, de la Typha latifolia originaria de Chiapas. Se determinó la capacidad de remoción de Pb²⁺ en la Typha latifolia originaria del Edo. de México, en experimentos en "batch" a diferentes condiciones de laboratorio como son a un pH de 6, con tres concentraciones iniciales de Pb²⁺ (6, 8 y de 30 mg/L), tres dosis de biomasa (0.037, 0.075 y 0.15g) y tres tiempos de contacto (30, 60 y 120 minutos). Los resultados muestran que la Typha latifolia originaria del Edo. de México tiene una capacidad de remoción de Pb²⁺ mayor al 90% a pH 6, a un tiempo de contacto de 60 minutos y una dosis de 0.15g. Se observó que con 0.037 g de biomasa se tiene un porcentaje de remoción por debajo del 85% para los diferentes tiempos de contacto. Esto se puede deber a la disminución del área superficial de contacto. Comparando con los resultados previos de la Typha latifolia de Chiapas se puede observar que no existe una diferencia significativa en la remoción de Pb²⁺. Se ha concluido que el aumento de la dosis de biomasa no es un factor relevante en la cantidad de remoción de Pb²⁺ en la Typha latifolia de ambos estados sin embargo, al disminuir la dosis, la variación de la capacidad de remoción entre las Typhas, es significativa. Al realizar este trabajo y ver la cantidad de remoción de la Typha latifolia se comprueba que es una buena opción para hacer uso de esta en la remoción de metales, ya que al ser una planta cosmopolita se puede realizar la remoción a bajo costo y no afecta el lugar de origen a la cantidad de remoción que se obtiene.

SE05-14 CARTEL

¿LA REFORMA ENERGÉTICA BENEFICIO O ATRASO?

Romero Minero Magiareli Angeles, Villalobos Graniel
Alfonso Salomón y Rodríguez Carredano Alberico
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
crazz_283@hotmail.com

La presente iniciativa se enmarca en lo que constituye el paquete de legislación secundaria que deriva de la reciente reforma constitucional en materia de energía, expedida mediante el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 2013. Al ser aprobada por las cámaras de diputados y de senadores de congreso, así como la mayoría de las legislaturas de los estados, la comisión permanente del honorable congreso de la unión declara reformadas y adicionadas diversas disposiciones de la constitución política de los estados unidos mexicanos en materia de energía. Esta nueva reforma de energía genera suspicacias acerca de la energía geotérmica pues se sabe que México es un país con recursos renovables inigualables y que pueden ser explotados para generar nuevas fuentes de energía, pero también se quiere responder a las siguientes cuestiones: ¿En el marco de la estrategia Nacional de Energía (2014-2028) los recursos renovables jugarán un papel primordial? ¿Será que la transición energética esta encausada a un correcto balance para mantener al país de México dentro del marco de la competitividad y la tecnología? ¿Será que la política energética está orientada a favorecer el desarrollo económico y la sustentabilidad? ¿Será que nuestro país a través de la Comisión Federal de Electricidad ha desarrollado la industria geotérmica de manera exitosa? ¿La seguridad jurídica solo será para los inversionistas y sus proyectos? Como afectan o benefician estas leyes a los nuevos egresados en las licenciaturas que tiene que ver con la energía geotérmica?

Sesión Especial

Exploración geotérmica

Organizadores:

Rosa Ma. Prol

Victor Hugo Garduño

José Manuel Romo Jones

SE06-1

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE LA ZONA PRODUCTORA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE BERLÍN (EL SALVADOR)

Hernández H. Jesús A.¹ y Arango Galván Claudia²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM

j.angel.2h@comunidad.unam.mx

La región de América Central se ve afectada por el proceso de subducción de la placa de Cocos sobre la placa del Caribe dando origen al Arco Volcánico Centroamericano. Asociado a éste se encuentran los principales campos geotérmicos de El Salvador, objeto de este estudio. Aproximadamente el 25% de la energía eléctrica consumida en El Salvador es generada a partir de recursos geotérmicos, explorados y explotados por la compañía salvadoreña LaGeo S.A. de C.V., que en la actualidad opera las Centrales Geotérmicas de Ahuachapán y Berlín. El campo geotérmico de Berlín es un sistema de líquido dominante con una temperatura próxima a los 300 °C. Cuenta con 38 pozos perforados, 14 son de producción y 20 inyectores (4 abandonados). En la zona Sur-Oeste de la Central Geotérmica de Berlín se encuentra la plataforma TR-18, la cual se caracteriza por tener una alta producción de energía por atravesar una capa de vapor seco no presente en los demás pozos productores. Así surge el interés de caracterizar la capa de vapor presente en el área circundante de la plataforma. El presente estudio se realizó con base en información de pozos, sondeos magnetotéluricos y estaciones gravimétricas, que son resultado de las diferentes campañas previas de exploración realizadas en todo el campo geotérmico de Berlín.

SE06-2

MODELO GEOELÉCTRICO DE LA ZONA GEOTÉRMICA HERVORES DE LA VEGA MUNICIPIO DE TEUCHITLÁN, JALISCO. MÉXICO.

Rodríguez Ramírez David Josías

Instituto Politécnico Nacional, IPN

mtjosias@gmail.com

El área geotérmica Hervores de la Vega es una zona hidrotermal constituida por manantiales que afloran al E de la Sierra de La Laja la que en conjunto con la Sierra de Ahuisculco divide las cuencas de los Ríos Etzatlán-El Salado al N y de Ameca al S, estructuralmente se encuentra fallado con orientaciones predominantes W-E definiendo el semi-graben de Ameca al W y el semi-graben de Zacoalco-Cocula al E, las estructuras (fallas normales) se hunden hacia el S y SW del basamento de la Sierra La Laja, así como de la Sierra de Ahuisculco. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante la oficina de Exploraciones Geotérmicas, inició a mediados del año de 1980 la exploración de la zona Geotérmica de Hervores de la Vega, Jalisco, con el objetivo de localizar un posible yacimiento geotérmico, inicialmente se utilizó el Método Gravimétrico, el cual fue realizado por PEMEX (1980); efectuando un estudio de detalle, por medio del cual fue posible determinar el comportamiento estructural del área y con base a esto, se programó un estudio de Resistividad usando la técnica de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's). Con la reinterpretación de los SEV's, se obtuvo la caracterización de la secuencia electrostratigráfica y se identificaron variaciones espaciales del basamento local así como en la secuencia vulcanosedimentaria. Para determinar la temperatura esperada en el yacimiento se recurrió al cálculo con geotermómetros en el que según los expertos el más confiable es el de Na/K (Tempos, et al. 1981) el cual arroja un valor de 220°C. Por otro lado al carecer de información específica; la porosidad, densidad y calor específico fueron inferidos, con fundamento en la literatura y en la experiencia del equipo de trabajo. Logrando así definir un Modelo Geotérmico Conceptual con base a la información disponible, asimismo definir dos localidades para la perforación exploratoria, la de mayor importancia al Sur de las manifestaciones termales de Hervores de la Vega y la segunda al Oeste de las manifestaciones de Agua Caliente.

SE06-3

ESTUDIO GEOFÍSICO INTEGRAL EN LA ZONA DE LOS HUMEROS, PUEBLA: RESULTADOS PRELIMINARES

Yutis Vsevolod¹, Arzate Flores Jorge Arturo², EvangelistaRodríguez Leidy Itzel³ y Luévanos Pacheco Valeria Anahí³¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT²Centro de Geociencias, UNAM³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

vsevolod.yutis@ipicyt.edu.mx

En Junio de 2014 se llevó a cabo un estudio geofísico en la zona del campo geotérmico de Los Humeros, Pue., a lo largo de un perfil EW de 24 km de longitud. El estudio comprendió un levantamiento gravimétrico con 158 estaciones, 15 sondeos magnetotéluricos, 25 estaciones para medir la concentración de gas radón y 25 estaciones para la detección de rayos gamma, todas ellas distribuidas a lo largo de la misma transecta. El estudio fue realizado utilizando un gravímetro CG3 de Scintrex, 4 equipos MTU de Phoenix, un detector de radón RAD7 de DurrIDGE, Co.,

y un espectrómetro diferencial de rayos gamma GRS 500 de Scintrex y financiado a través del consorcio CeMie-Geo (207032). En el estudio participaron alumnos de la UNAM, UANL y UAQ como parte de su estancia de verano de la ciencia 2014 en el CGEO-UNAM. Los datos de campo fueron corregidos y procesados para obtener la anomalía de Bouguer completa, el modelo de resistividad, la concentración de Radón, así como la radiactividad natural de Potasio, Uranio y Torio. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos y se discute su relación con el sistema geotérmico de Los Humeros. Los resultados preliminares muestran el mínimo gravimétrico principal coincidente con una zona de conductividad anómala en la parte central de la caldera que se correlaciona con posibles estructuras orientadas NS cortadas perpendicularmente por la transecta. El gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer apoya la existencia de dichas estructuras que separan la zona central de la caldera en tres bloques. Las zonas de altos gradientes coinciden con altas concentraciones de radón, alcanzando valores máximos de hasta 3,060 Bq/m3 lo que sugiere actividad hidrotermal asociada a éstas. Estos resultados demuestran que la combinación de estos métodos tiene un alto potencial en la prospección de recursos geotermiales.

SE06-4

EXPLORACIÓN GEOLÓGICA EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE PUERTECITOS, BAJA CALIFORNIA.

Errasti Marcela, Rodríguez Díaz Augusto Antonio, Medina Fernández

Claudia Roxana, Arango Galván Claudia y Prol Ledesma Rosa María

UNAM, IGF

marcelaerrasti@hotmail.com

Los complejos procesos tectónicos asociados a la formación del Golfo de California dieron origen a la geología de Puertecitos, representada en su mayoría por rocas volcánicas del Mioceno al Pleistoceno. Puertecitos se localiza en la parte norte de Baja California a 250 km al sur de Mexicali. Evidencias de manifestaciones hidrotermales costeras activas con temperaturas en un intervalo entre 56°C-74°C, así como una alteración hidrotermal pervasiva que silicificó y oxidó las tobas del Plioceno de 200-250m de espesor, nos indica la presencia de un sistema geotérmico activo. Con base en estas evidencias se recopiló toda la información existente de la zona y se llevaron a cabo estudios geoquímicos y geológicos de exploración para determinar su potencial geotérmico. De acuerdo con la petrografía de las muestras estudiadas se identificaron depósitos piroclásticos masivos en el área de los manantiales, que consisten en ignimbritas fuertemente alteradas, parcialmente soldadas con matriz vítrea y líticos angulosos, algunas Pirritas y abundantes vacuolas. Se realizaron estudios de microtermometría en muestras de vetas de cuarzo y barita las cuales se encontraban rellenando fracturas alrededor de los manantiales. Se analizaron también inclusiones fluidas en la calcita proveniente de otra zona cercana aunque topográficamente más alta para tener otro punto de referencia. Se obtuvieron temperaturas de homogeneización promedio en barita 148°C, en cuarzo 159°C y en calcita 129°C. La zona está afectada principalmente por tres sistemas de fallas normales con echado hacia el este: NW, NE y NS las cuales se relacionan con las zonas de alteración. Las fallas presentan relleno de arcillas (illita/esmectita) de calcita y de óxido de manganeso. La actividad volcánica más reciente correspondiente al Pleistoceno se localiza a 10 km al sur de Puertecitos en la costa y está constituida por el Volcán Prieto y derrames basálticos y andesíticos. Con estos datos se proponen tres etapas en la actividad hidrotermal del sistema y se podría decir que se trata de un sistema en proceso de enfriamiento.

SE06-5

ESTUDIO MAGNETOTELÚRICO EN LAS INMEDIACIONES DE SAN FELIPE, B.C. CON FINES DE EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA

Arango Galván Claudia, Ruíz Aguilar Diego, Vázquez Del Moral Manuel

Alejandro, Gutiérrez Carmona Dulce María Elizabeth y Prol Ledesma Rosa María

Instituto de Geofísica, UNAM

claudiar@geofisica.unam.mx

En la zona de San Felipe y Puertecitos, ambos localizados en la costa oriental de la península de Baja California (México), se han reportado manifestaciones geotérmicas tanto en pozos de abastecimiento de agua potable como en manantiales costeros. Con la finalidad de evaluar el potencial de dichas anomalías se llevó al cabo un reconocimiento geológico, geoquímico y geofísico en la zona en el marco de un proyecto de Sustentabilidad Energética en el esquema SENER-CONACYT. En este trabajo se presentan los resultados de la exploración geofísica implementada en las inmediaciones del valle de San Felipe, la cual consistió en la adquisición de 17 sondeos magnetotéluricos así como el mismo número de sondeos transitorios electromagnéticos para la corrección por corrimiento estático. Los modelos geoeléctricos obtenidos muestran consistencia con la presencia de un conductor de grandes dimensiones probablemente asociado al relleno del valle. Subyaciendo este cuerpo conductor se observan algunas anomalías de resistividad mayor que se podrían correlacionar con la presencia de cuerpos intrusivos. La información generada en este estudio se ha integrado con los resultados del estudio geológico-geoquímico para así establecer la correlación entre las estructuras geoeléctricas y la presencia de lineamientos, anomalías geoquímicas inferidas a partir del muestreo de las manifestaciones de temperatura citadas.

Finalmente, el objetivo es establecer la geometría del yacimiento así como su volumen para estimar el potencial geotérmico en la zona de estudio.

SE06-6

MONITOREO ELECTROMAGNÉTICO CONTINUO EN LA ZONA DEL CGCP EN MEXICALI, B.C., MÉXICO

Cortés-Arroyo Olaf J., Romo Jones José Manuel, Brassea Ochoa Jesús María, Gómez Treviño Enrique y Antonio-Carpio Ricardo G.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
ocortes@cicese.edu.mx

Estamos registrando campos electromagnéticos naturales en la región del Campo Geotérmico de Cerro Prieto (CGCP), en Baja California, como parte de una red de monitoreo que tiene la intención de investigar posibles cambios espaciales y/o temporales de la conductividad eléctrica en el subsuelo. En 2010 ocupamos varios sitios magnetotélúricos en esta área, antes y después de un terremoto de 7.2 Mw que ocurrió en la región. Las curvas de resistividad aparente y de fase observadas, así como los modelos 2D de la resistividad del subsuelo sugieren cambios en la permeabilidad y/o en la distribución de fluidos en profundidad (Cortés-Arroyo, 2011). La posibilidad de detectar variaciones temporales en la permeabilidad o en el contenido de fluidos en el subsuelo resultan de gran interés para la operación del CGCP. En el proyecto está previsto construir quince estaciones electromagnéticas de grabación continua en los próximos cuatro años. Actualmente tenemos dos sitios instrumentados. Iniciamos registrando el campo magnético con un magnetómetro fluxgate de tres componentes, con lo cual obtuvimos buenos resultados para frecuencias bajas (< 0.02 Hz). Sin embargo a frecuencias mayores, las cuales son esenciales para investigar los primeros 5 km de profundidad, el fluxgate no resultó ser el sensor más apropiado. Por esta razón se añadieron al sistema un conjunto de bobinas de inducción y se implementó un período de muestreo más rápido. El campo eléctrico se mide con electrodos impolarizables de Pb-PbCl₂ utilizando dipolos de 25 m de longitud. Los dispositivos de grabación se han diseñado y se están construyendo en el CICESE; se basan en componentes de bajo consumo de energía de bajo ruido, con convertidores AD de 24 bits, sincronizados con GPS en tiempo universal y memoria flash para almacenamiento de datos. Hemos registrado los datos a frecuencias de muestreo de 5 Hz usando el sensor fluxgate y de 15 Hz utilizando las bobinas de inducción. En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares, se discuten las experiencias adquiridas, así como los próximos desafíos.

SE06-7

INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA EN LA PARTE CENTRAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Ruiz Armenta Juan Ramón, Prol Ledesma Rosa María y Membrillo Abad Alejandra Selene
Instituto de Geofísica, UNAM
jruiarmenta@gmail.com

La producción de energía limpia y renovable como la energía geotérmica, espera tener al menos una contribución de 30% para 2024 en México. Para alcanzar esta meta, nuevos plays geotérmicos deben ser explorados, clasificados y evaluados conforme con un modelo de como los diferentes factores geológicos, geohidrológicos y geoquímicos podrían generar un recurso geotérmico en una área específica. Durante esta etapa de exploración, diferentes geodatos son obtenidos de estudios geológicos, geoquímicos, geofísicos, imágenes satelitales multispectrales, datos topográficos, etc., para su integración, gestión y análisis a través del uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para la elaboración de Mapas de Favorabilidad Geotérmica (MFG), con la localización de plays geotérmicos mediante la aplicación de métodos de análisis espacial de Evaluación Multicriterio (EMC). El área de estudio se localiza en la porción central de la Península de Baja California en el noroeste de México, donde se han reportado numerosas manifestaciones geotérmicas, pero no se han realizado estudios de factibilidad. Las imágenes satelitales multispectrales Landsat 7 ETM+ fueron procesadas para determinar la Temperatura de Superficie de la Tierra (TST) y Alteración Hidrotermal (AH) e integradas con los geodatos -litología, estructuras, etc.- existentes para el área. Los métodos de Evaluación Multicriterio fueron útiles para identificar plays geotérmicos

SE06-8

ESTUDIO SÍSMICO PRELIMINAR DEL VOLCÁN CEBORUCO, NAYARIT, MÉXICO

León Soto Gerardo, Núñez Cornú Francisco Javier, Rodríguez Ayala Norma Angélica, Escudero Ayala Christian René y Gómez Hernández Adán
Universidad de Guadalajara
gleon.soto@gmail.com

Se presenta un estudio preliminar del Volcán Ceboruco en el Estado de Nayarit enfocado a un futuro experimento de exploración sísmica pasiva y magnetotélúrica. La información existente es recopilada, ordenada y presentada en miras a un posible desarrollo geotérmico en esta región. Se presentan nuevos resultados de sismicidad

registrada por la red de monitoreo desplegada por el del Centro de Sismología y Volcanología de Occidente de la Universidad de Guadalajara. Se describen los diferentes tipos de eventos sísmicos de baja frecuencia observados en el volcán. Se presenta un método de remoción de efectos de sitio por medio de un análisis de coda. Después de remover los efectos de sitio de las estaciones sismológicas existentes, se hace una localización de los eventos sísmicos por medio de un algoritmo de atenuación de amplitudes. Se analiza la evidencia de anisotropía sísmica inducida por birrefringencia de las ondas de esfuerzo observadas en los datos existentes. Los resultados van a sugerir los posibles sitios de monitoreo sísmico y magnetotélúrico en el experimento a ser desarrollado en un futuro próximo.

SE06-9

ESTUDIO DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO TRES VIRGENES, BCS

Cárdenas-Soto Martín¹, Rodríguez Héctor² y Lermo Javier³
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Posgrado en Ingeniería, UNAM
³Instituto de Ingeniería, UNAM
martinc@unam.mx

En este estudio presentamos los resultados de la correlación cruzada de datos de ruido de una red temporal de ocho estaciones sísmicas que operaron regularmente entre los años de 2010 a 2012. Estimamos los cinco componentes del tensor de Green y la envolvente de los términos cruzados vertical-radial. Para periodos de tiempo estables, extraemos curvas de dispersión de ondas superficiales y mostramos la variabilidad en la estructura de velocidad entre los diferentes pares de estaciones. El análisis de los correlogramas de cada día, muestra variaciones significativas en la posición relativa del máximo para periodos entre 1 y 3 s. Algunas de esas variaciones de deben a problemas instrumentales y otras a la inducción de esfuerzos probablemente debido a la sismicidad local. Los resultados muestran que es posible utilizar la interferometría sísmica como un método de monitoreo, lo que permite dar seguimiento a las variaciones del estado de esfuerzos debido a las actividades de explotación.

SE06-10

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO DEL SISTEMA VOLCÁNICO-HIDROTHERMAL DEL VOLCÁN TACANÁ USANDO LOS FLUJOS DE SOLUTOS DE LOS MANANTIALES TERMALES.

Collard Nathalie, Taran Yuri, Jácome Paz Mariana Patricia y Campion Robin
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
natalycollard@hotmail.com

El volcán Tacaná (4100 msnm) es el volcán más al norte del arco volcánico centroamericano. Alberga un sistema volcánico-hidrotermal caracterizado por un campo fumarólico de baja temperatura en 3600 msnm y varios grupos de manantiales ubicados en la parte NO del volcán (~1500 - 2000 msnm). Los manantiales termales descargan aguas ricas en SO₄-HCO₃ (> 1g/l) con un rango de temperatura entre 25 y 63°C. Dos grupos de manantiales se distinguen por relaciones cloruro-temperatura y cloruro-sulfato diferentes, pero con un cociente 86Sr/87Sr igual (~0.7046±0.0002), hecho que indica la misma roca encajonante para los diferentes acuíferos. En abril de 2014, se descubrió un nuevo manantial ubicado ~ 500m debajo de los otros dos grupos de manantiales, descargando agua tipo Na-Cl con una concentración en Cl de 1.4 g/l y de Na+K de >1.5 g/l. El nuevo manantial forma un cuarto grupo, represando un acuífero geotérmico estratificado. Cada manantial es drenado por un río frío que incorpora sus aguas al Río Coatán, drenaje principal de la descarga de aguas termales del sistema volcánico-hidrotermal. Los flujos de solutos y de calor liberados por los manantiales fueron estimados con el método de inventario de cloro. La descarga total de cloro por parte de los manantiales es estimada en 14.8 g/s y el flujo total de calor en ~9.5 MWt. Si se considera una temperatura del fluido profundo de 250°C, se estima que el flujo de calor advectivo liberado por el reservorio profundo es de ~26 MWt. Sin embargo, el flujo total de cloro medido en el drenaje principal, Río Coatán, es 4 veces más alto (~59 g/s) que el flujo de cloro medido en cada manantial termal. Esto último significa que existe una descarga termal no descubierta en la zona y que el flujo de calor por parte de los manantiales en el volcán Tacaná es significativamente más alto y depende tanto del contenido de cloro como de la temperatura de las aguas termales desconocidas. Si la concentración en cloro en estas aguas termales desconocidas no sobrepasa 540 mg/l (la concentración más alta analizada en las aguas termales del Tacaná) y si la temperatura de descarga es de 50°C, entonces el flujo de calor por parte de los manantiales puede ser estimado por lo menos a 22 MWt y el flujo de calor advectivo correspondiente a ~100 MWt.

SE06-11

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CAMPOS GEOTÉRMICOS MEXICANOS EN EXPLOTACIÓN USANDO ISÓTOPOS DE GASES NOBLES. PROYECTO DEL CEMIE-GEO.

López Hernández Áida¹, Pinti Daniele², Castro Clara³ y Shouakar-Stash Orfan⁴¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH²Universidad de Quebec, Canadá³Universidad de Michigan, USA⁴Universidad de Waterloo, Canadá
aidalopher@gmail.com

México actualmente cuenta con 4 campos geotérmicos en explotación: Cerro Prieto (CP), Los Azufres (AZ), Los Humeros (LH) y Las Tres Vírgenes (LTV). El primero de ellos ha estado bajo condiciones de extracción por más de 40 años lo que ha llevado a la disminución de su capacidad energética y la reducción de su reserva. En la actualidad existe una campaña para regular la producción de vapor con el fin de compensar el decaimiento y alcanzar un nivel sostenible de producción. Los Azufres, el segundo campo de importancia en México, en explotación desde 1982 con más de 100 pozos perforados, mantiene sus condiciones de presión, sin embargo, estudios recientes (González-Partida et al., 2005 y Pinti et al., 2013), revelan claramente la invasión de agua fría en el límite W del campo. Los Humeros, un campo considerado aún en desarrollo, con 23 pozos productores, recientemente ha iniciado la fase II con una nueva planta de 50 MW. Las Tres Vírgenes es un campo de baja producción debido a sus condiciones geológicas, cuenta con 4 pozos productores. La comprensión de las condiciones del yacimiento en los campos geotérmicos en desarrollo (LH y LTV) y la evolución de los más antiguos (CP y LTV) se ha realizado con amplios estudios geoquímicos, sin embargo, pocos de ellos incluyen las mediciones de concentración de He y Ar. Recientemente Pinti, (et al., 2013) llevaron a cabo una investigación más extensa en algunos pozos de Los Azufres utilizando gases nobles, los isótopos estables del agua 8C,OH) e isótopos radiogénicos (87Sr/86Sr). Este estudio permitió identificar mejor las zonas de aporte magmático y mostró el aumento de la invasión de las salmueras inyectadas. El propósito principal de este proyecto es llevar a cabo un amplio estudio con gases nobles en los cuatro campos geotérmicos y se pretende que sea una herramienta que contribuya a: 1° Identificar las áreas donde los fluidos geotérmicos de alta entalpía circulan en el yacimiento utilizando los valores de 3He de origen magmático como una aproximación de flujo de calor. 2° Monitorear la invasión de las salmueras inyectadas en los yacimientos y su efecto de enfriamiento, mediante el análisis de los gases nobles de la atmósfera cuyo fraccionamiento es proporcional a los efectos de ebullición por la invasión de agua más fría. 3° Por medio del análisis del 4He se hará la estimación del tiempo de residencia de los fluidos en el yacimiento, éste es un parámetro importante para identificar el área donde se están explotando las aguas conatadas. Finalmente el proyecto tiene una duración de 4 años y se pretende realizar los estudios en estrecha colaboración con personal de la Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos de la Comisión Federal de Electricidad, con el propósito de que la información generada en el proyecto contribuya a la toma de decisiones referentes al desarrollo futuro de los campos. Paralelamente se formarán recursos humanos especializados en el área de geoquímica de fluidos geotérmicos.

SE06-12

CAMPO GEOTÉRMICO LOS HUMEROS: INTERACCIÓN AGUA-ROCA, PRIMEROS RESULTADOS - PROYECTO DEL CEMIEGEO 207032 # 8 SENER-CONACYT

Yañez Dávila David, González Partida Eduardo, Romero Rojas Mary Carmen, Romero Rojas Wendy, Díaz Carreño Erik Hugo y González Ruiz Luis Eduardo
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
yanezd@geociencias.unam.mx

Al ser México el cuarto lugar en la producción de energía eléctrica por medio de energía geotérmica, se ha creado el Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CEMIE-Geo), con el desarrollo de 30 proyectos de investigación, del que se desprende el proyecto 08, el cual tiene como misión estudiar los fenómenos de interacción agua-roca, cuyos primeros resultados se presentan en este trabajo. El campo geotérmico de Los Humeros el cual está localizado en la parte centro-oriental de México, al oriente de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), la cual tiene una edad Plioceno-Cuaternario de orientación E-W, de composición alcalina-subalcalina, la cual contiene la mayor parte del volcanismo histórico y actual de México. El campo se encuentra dentro de una caldera (Los Humeros), esta estructura tiene un diámetro de 14 km y contiene tres colapsos; Los Potreros, Central y Xalapazco. Una de las principales características que presenta el campo geotérmico Los Humeros, es la elevada fracción de vapor de agua (alta entalpía) en los fluidos de descarga de los pozos, y debido a la interacción que existe entre los fluidos geotérmicos y la secuencia estratigráfica del sistema de la caldera de Los Humeros, la cual se manifiesta con la aparición y distribución de nuevos minerales, lo que ha generado que la concentración de HCl haya aumentado y con ello la generación de una salmuera moderadamente ácida (pH de 3 a 5), debido a ello algunos pozos han tenido que ser abandonados debido a la corrosión severa y la obturación de los mismos por la precipitación de estos nuevos minerales. Así surge la importancia de una caracterización química amplia de minerales hidrotermales y de la movilidad de elementos (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, Hg⁺, NH₄⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻), en el

sistema geotérmico de Los Humeros, y con ello tener una mejor comprensión de lo que sucede en la interacción agua-roca y las condiciones del fluido geotérmico que es minado, planificando así la explotación del recurso, en base a un modelo termodinámico de los fluidos geotérmicos, con la finalidad de reducir la corrosión severa y la obturación de los pozos.

SE06-13

EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE ACOCULCO : PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES Y ELABORACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN Y ANÁLIFOS PARA EL ESTUDIO VULCANOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

Cisneros Guillermo¹, Macías José Luis¹, Avellán Denis Ramón², Pola Anotio³, García Felipe¹, Sosa Ceballos Giovanni¹, Reyes Gabriela¹, García Laura², Osorio Susana² y Cardona Silvestre³¹Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM³Posgrado en Geociencias, UMSNH
geo_cis_max@hotmail.com

El presente trabajo constituye el avance de los resultados de la evolución geológica de la caldera de Acoculco ubicada en los límites de los estados de Puebla e Hidalgo. Acoculco se ubica dentro del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Esta estructura yace sobre calizas del Cretácico pertenecientes a la Sierra Madre Oriental y rocas volcánicas del Mioceno, comprende decenas de aparatos volcánicos y fue contemporánea con vulcanismo del Campo Volcánico de Apan-Tezontepec. Para la generación del mapa geológico preliminar se procesaron imágenes satelitales Spot y LANSAT. Las imágenes del satélite Spot6 cubren un área de 60 X 60 km con una resolución de 6m multiespectral (con 4 bandas espectrales) y pancromática de resolución de 1.5m con una sola banda espectral. Las imágenes LANDSAT, cubren un área de ~185 km² con una resolución de 15, 30, 60 y 100 m y contienen 11 bandas espectrales. Estas características proporcionan información litológica y estructural del área así como otros aspectos como humedad, vegetación, etc. Las combinaciones de banda están especificadas en orden rojo, verde, azul (RGB). Mediante el estudio en cada banda y su combinación se resaltaron variaciones de color, tonalidad y textura de las rocas, que en algunos casos pueden reflejar zonas de alteración hidrotermal, y por tanto de interés para detectar y delimitar áreas. En particular, la combinación de las bandas 7, 4, 2 (RGB) permitió discriminar los tipos de rocas y a la interpretación estructural. Las bandas 7,3,1 (RGB) ayudaron a diferenciar tipos de rocas, generalmente son representadas de color amarillo claro algo verdoso. Como resultados preliminares, se diferenciaron 14 unidades litológicas en el área de estudio. En particular en la parte central de la caldera se distinguen productos volcánicos muy alterados producto del hidrotermalismo. Entorno a la caldera se identificaron diversos productos que con modelos digitales de terreno no hubiera sido posible identificar. A partir de este análisis se construyó el mapa geológico preliminar que fue utilizado durante los trabajos de campo el cual fue modificado en el sitio.

SE06-14

ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRATIGRÁFICO PRELIMINAR DE LA CALDERA VOLCÁNICA ACOCULCO (CVA), NORTE DE PUEBLA, MÉXICO

Avellán Denis Ramón¹, Macías José Luis², Cisneros Guillermo³, García Felipe², Osorio Susana¹, Pola Antonio², García Laura¹, Reyes Gabriela¹, Layer Paul¹ y Sánchez-Núñez Juan Manuel¹¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia³Maestría de Geociencias y Planificación del Territorio, UMSNH⁴Geology and Geophysics Department, University of Alaska, Fairbanks, Alaska, USA⁵Instituto Politécnico Nacional, IPN
denisavellán@gmail.com

La caldera volcánica de Acoculco (19°56'N, 98°12'W) está localizada al extremo norte del estado de Puebla, a 20 km al noroeste del poblado de Chignahuapan. Esta caldera es de tipo resurgente con un perfil topográfico bajo y simetría sub-circular con un diámetro de ca. 12.6 km y una elevación máxima del borde del cráter de 700 m sobre el terreno circundante. La CVA ha estado activa desde el Plioceno temprano al Pleistoceno superior (1.27-0.24 Ma; López-Hernández et al., 2009) y ha sido contemporánea con el vulcanismo monogenético del Campo Volcánico Apan-Tezontepec (1.8 a 0.2 Ma; García-Palomo et al., 2002). En este estudio hemos realizado la cartografía detallada de la porción sur de la estructura en su parte interna y externa definiendo en tiempo y espacio las unidades volcánicas presentes. El relieve presenta colinas con alturas de hasta 100 m con pendientes bajas y disectadas por drenaje radial-subdendrítico a rectangular. Este drenaje está generalmente compensado por un sistema fallas normales con patrón predominantemente E-W que dan lugar a la formación de pequeños lagos. La estructura volcánica principal se encuentra delimitada por domos de lavas tipo culeé de composición riodacítica, mesas de ignimbritas dacíticas y conos de escorias basálticas. Asimismo se ha delimitado las zonas con mayor alteración hidrotermal, la cual se concentra en la estructura interna, ubicadas en las unidades de domos de composición dacítica y lavas de composición andesítica-basáltica (donde Comisión

Federal de Electricidad ha ubicado sus pozos de exploración), las que se encuentran afectadas por el fallamiento normal regional.

SE06-15

ESTUDIO VOLCANO-ESTRATIGRÁFICO DE CALDERAS CON POTENCIAL GEOTÉRMICO EN MÉXICO PARA EL CEMIE-GEO

Macías José Luis¹, Sosa Ceballos Giovanni², Corona Chávez Pedro³, García Felipe², Robles Jasinto⁴, Saucedo Ricardo⁵, Pola Antonio⁶, Cisneros Guillermo¹, Arce Saldaña José Luis⁷, Layer Paul⁸, Osorio Susana⁹, García Laura⁹, Sánchez-Núñez Juan Manuel¹⁰, Garduño Monroy Víctor Hugo³, Mendiola Fabiola² y Reyes Gabriela¹¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²IGF, UNAM

³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

⁴INAH, Morelia, Michoacán

⁵Instituto de Geología, UASLP

⁶UMSNH

⁷IGEOL, UNAM

⁸University of Alaska at Fairbanks, USA

⁹Posgrado de Ciencias de la Tierra, UNAM

¹⁰CIEMAD-IPN

¹¹Posgrado de Ciencias de la Tierra y Planificación del Territorio, UMSNH
macias@geofisica.unam.mx

En este proyecto se está llevando a cabo un análisis volcano-estratigráfico detallado de las calderas de Acoculco (Puebla), La Primavera (Jalisco), La Reforma y El Aguajito (Baja California Sur) las cuales han sido estudiadas o inclusive exploradas por la Comisión Federal de Electricidad y se han considerado con un cierto potencial geotérmico. Las dos primeras calderas forman parte del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano y tienen edades aproximadas de (1.27-0.24 Ma, Acoculco, López-Hernández et al., 2009) y (0.12-0.03 Ma, La Primavera, Mahood, 1980). En ambos casos el vulcanismo es de composición dacítica-riolítica, asociado a procesos formadores de calderas de colapso. Las calderas de La Reforma (1.34-0.9 Ma) y El Aguajito 0.5-0.7 Ma (Garduño-Monroy et al., 1993) han arrojado productos de composición riolítica principalmente. Estas últimas estructuras han sido menos estudiadas y se encuentran ubicadas al este del campo geotérmico de Las Tres Vírgenes, de edad más reciente. Para este trabajo se realizará un estudio geológico detallado de las unidades volcánicas, con apoyo de imágenes de satélite SPOT y Multiespectrales. El mapeo de las unidades y la reconstrucción estratigráfica estará apoyado con trabajo de campo y fechamientos radiométricos de ⁴⁰Ar/³⁹Ar, para poder definir con mayor precisión la evolución de estos complejos, así como el mapeo de zonas de alteración hidrotermal, manifestaciones superficiales, etc. Mediante la química de minerales, química de rocas, isotopía y petrología experimental se definirán el origen del magma, sus zonas de almacenamiento antes de las erupciones (condiciones pre-eruptivas) y su conexión con el yacimiento geotérmico. Finalmente, se pretende definir con mayor precisión la ubicación del yacimiento geotérmico con la ayuda de otros estudios e información disponible de superficie y subsuelo como se ha hecho para otros campos geotérmicos como en Las Tres Vírgenes y los Azufres, Michoacán.

SE06-16

GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ARARÓ LIGADA AL CAMPO GEOTÉRMICO

Maciel Rivera Addí Emanuel^{1,y2}, Jiménez Haro Adrián^{2,y3} y Garduño Monroy Víctor Hugo^{2,y4}

¹Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST

²CEMIEGeo

³Escuela de Ciencias de la Tierra, IPN

⁴Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
addi_semi@hotmail.com

La región de Araró Michoacán se encuentra en el borde sureste del lago de Cuitzeo que forma parte de un conjunto de depresiones lacustres que se encuentran a lo largo de una franja E-W del centro de México y forman parte del sistema Morelia- Acambay. En la zona de Araró se localiza un campo geotérmico de gran interés para desarrollar un campo de mediana y baja entalpía. Por ello es indispensable conocer la evolución vulcanológica y tectónica de esta zona, que permita realizar el desarrollo de un campo geotérmico. Es por esto que se ha realizado la geología a detalle de la zona, localizando y fechando las principales unidades litológicas, para construir la columna estratigráfica de la zona. Además se realizará un análisis de las fracturas y fallas por medio de estudios fractales, que ayudaran a entender la geometría del fallamiento en el subsuelo y proponer así un modelo conceptual para la perforación de pozos de extracción y reinyección del campo geotérmico. Aunado a esto se pretende localizar la fuente del termalismo en la zona, pues anteriormente se a inferido que esta es meramente ligada al gradiente geotérmico, mas sin embargo, los resultados parciales obtenidos hasta la fecha nos conducen a que el gradiente puede estar ligado mas a centros volcánicos. Por lo que se continuará con el estudio para poder definir o descartar centros volcánicos ligados a la geotermia presente, así como las estructuras que transportan o incluso alimentan el campo geotérmico.

SE06-17

ESTUDIOS GEOFÍSICO DEL SUR DEL LAGO DE CUITZEO Y MODELO CONCEPTUAL DE LOS YACIMIENTOS GEOTERMICOS.

Mazzoldi Alberto¹, Cifuentes Nava Gerardo² y Garduño Monroy Víctor Hugo¹

¹Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo

²UNAM

amazoldi@ibl.gov

En la Cuenca del lago Cuitzeo se identifican tres principales sistemas de fallas de dirección E-O, NE-SO y NO-SE. Las estructuras NE-SO son las responsables del vulcanismo reciente, mientras que el sistema E-O es el que delimita el borde Sur del lago (así como el valle de la ciudad de Morelia, unos 20km hacia el Sur), es en este sector meridional del lago donde se quiere enfocar la investigación con el fin de desarrollar un campo geotérmico de media a baja entalpía, que pudiera proporcionar energía de bajo costo a agricultores, industriales y población. Generando además empleos para las comunidades y una autosuficiencia energética, utilizando de manera secundaria a los combustibles fósiles en el contexto de cambio climático. Además de servir como un análogo para proyectos futuros de igual índole en otras áreas del Cinturón Volcánico Transmexicano o en otros sitios con características similares. Encaminados hacia este objetivo el análisis geofísico de anomalías gravimétricas y geomagnéticas en el área de estudio puede ser de ayuda para la búsqueda del yacimiento geotérmico y la creación de un modelo hidrogeológico-estructural que justifique la presencia de diferentes manifestaciones geotérmicas (agua con T > 80°C). La zona de estudio se localiza al Sur del lago (cerca del poblado de San Agustín del Maíz), dentro del municipio de Tacámbaro. En el presente estudio se están recolectando datos de campo de anomalías gravimétricas y geomagnéticas, que se compararan, y actualizaran, los datos existentes. En este trabajo intentaremos construir un modelo geológico del área que podría aclararnos algunos puntos para una mejor comprensión de la explotación del sistema geotérmico en un futuro inmediato.

SE06-18

ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOFÍSICOS LIGADOS AL CAMPO GEOTÉRMICO DE LA ZONA DE SAN AGUSTÍN DEL MAÍZ, MICHOACÁN, MÉXICO

Guevara Alday Jorge Alejandro, Mazzoldi Alberto y Garduño Monroy Víctor Hugo

Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH

aguevaraalday@gmail.com

En el límite meridional del lago de Cuitzeo existen varios campos con manifestaciones geotérmicas que son el objetivo de diferentes sectores para el desarrollo de campos con energías alternas. Se han iniciado una serie de trabajos con la objetivo de conocer aspectos geológicos y geofísicos, que puedan ayudar al desarrollo exitoso de esta zona. Para ello se realizan trabajos de geología estructural con la finalidad de conocer el campo de esfuerzos que está afectando a las rocas donde se aloja el campo geotérmico. Se tiene una recopilación de eventos sísmicos donde ha sido posible deducir el campo de esfuerzos actual. Así mismo se cuenta con datos de mecanismos focales y de un monitoreo con GPS regional. Además de ello se están analizando las tendencias de las anomalías gravimétricas y magnetométricas, que pudieran estar relacionadas con las estructuras principales del campo geotérmico. Uno de los elementos a entender es si la actividad sísmica actual ayudaría a reabrir las estructuras que han sido selladas por la actividad hidrotermal. Estas últimas claramente expuestas en los campos geotérmicos de Araró, San Agustín del Maíz y Chucandiro. Las manifestaciones termales a nivel local no parecen tener un control estructural, sin embargo a nivel regional están conservan una tendencia E-W. Para complementar los estudios se realiza un estudio de TEMs, en las zonas de Araró y de San Agustín del Maíz que nos ayuden a comprender la geometría de las zonas de alteración y sus posibles relaciones con el fracturamiento y fallamiento de la zona.

SE06-19

FLUID GEOCHEMISTRY AND MULTI-GAS SOIL SURVEY (CO₂-CH₄-H₂S) AT A PROMISSORY GEOTHERMAL HOT DRY ROCK (HDR) SYSTEM: THE ACOCULCO CALDERA, MEXICO.

Peiffer Loic¹, Bernard-Romero Ruben², Taran Yuri³, Guevara Mirna¹ y Santoyo Edgar¹

¹Instituto de Energías Renovables, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

lpeiffer@ier.unam.mx

The Acoculco caldera (Puebla, Mexico) has been identified by the Electricity Federal Commission (CFE) of Mexico as a potential Hot Dry Rock (HDR) geothermal system. Promising temperatures of ~300°C were measured at a depth of 2000 m during exploration well drillings, although no fluid reservoir was detected at depth. The high grade of geothermal alteration of the volcanic deposits observed in-situ induces low rock permeability, and acts as a caprock causing the quasi-absence of thermal manifestations within the caldera complex. Springs with close to ambient

temperatures are reported as well as hydrothermally altered soils, cold diffuse soil degassing and bubbling pools. In this study, results from field work campaigns including fluid sampling and multi-gas soil measurements using the accumulation chamber technique are presented. The objectives are to characterize the origin of the fluids using detailed chemical and isotopic analyses and to understand the degassing mechanisms. Chemical and isotopic (^{18}O - ^{2}D) analysis of spring waters indicate a meteoric origin and the dissolution of CO_2 and H_2S gases, whereas ratios of gas concentrations and stable isotopes (N_2/He , $3\text{He}/4\text{He}$, ^{13}C , ^{15}N) reveal a magmatic contribution with both MORB- and arc-type signatures, which could be explained by an extension regime created by local and regional fault systems. A multi-gas flux survey including CO_2 , CH_4 and H_2S measurements was performed within the caldera. Measured fluxes were low, a consequence of the low permeability of the system. An attempt to interpret the origin and transport mechanism of these fluxes is proposed by means of CO_2/CH_4 and $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ flux ratios as well as by numerical modeling using the TOUGH2 code. Main results show that high flux values produced by advective geothermal degassing can be very localized and that heterogeneous permeability conditions can induce low advective CO_2 flux values.

SE06-20

ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DEL SUR DEL LAGO DE CUITZEO Y SUS RELACIONES CON LOS YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS

Rentería Ortega Ana Victoria^{1,2}, Jiménez Haro Adrián^{2,3} y Garduño Monroy Víctor Hugo^{2,4}

¹Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST

²CeMIEGeo

³Escuela de Ciencias de la Tierra, IPN

⁴Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
anna2792@hotmail.com

La zona de estudio se encuentra localizada en la porción centro norte del estado de Michoacán, entre los paralelos $19^{\circ}30'$ y $20^{\circ} 0' 5''$ de longitud oeste, geográficamente colinda con el estado de Guanajuato. El origen tectónico de la cuenca de Cuitzeo la hace altamente sensible a la colmatación final. El estudio geohidrológico se centrará en la determinación de las estructuras geológicas principales que controlan el almacenamiento y flujo del agua subterránea, así como las zonas de recarga y descarga desde el punto de vista regional. También es importante analizar el funcionamiento de la cuenca como un sistema hidrológico integral de los sucesos del ciclo hidrológico, analizando las principales componentes hidrometeorológicas como precipitación, temperatura, evapotranspiración y la escorrentía. Se pretende hacer un estudio a detalle para identificar las litologías, ya que es necesario para la caracterización hidrogeológica y formaciones geológicas de la misma, así como de la litología de donde procedan los distintos cursos de agua, las redes de drenaje y las áreas de captación para saber cuál es el área de recarga de campo geotérmico y cual es el periodo de recarga con eso se podrá definir el grado de filtración de agua y poder dar un margen del aporte que esta teniendo el campo geotérmico presente en la zona de Cuitzeo, cabe mencionar que el área de estudio cuenta con tres unidades geohidrológicas, la primera de ellas esta compuesta por los sedimentos fluvio-lacustres, la segunda unidad esta conformada por rocas de composición ácida como lo es la ignimbrita y la tercera corresponde a las rocas andesíticas, estando estas dos últimas altamente fracturadas lo que beneficia altamente la recarga del acuífero que alimenta el campo geotérmico y si se conoce la disposición de las fracturas en el mismo se podrá realizar una buena planificación tanto como para la extracción del líquido como para su reinyección al campo geotérmico.

SE06-21

ESTUDIO CINEMÁTICO DEL FRACTURAMIENTO, FALLAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS DEL SUR DE CUITZEO MCHOACAN, MEXICO.

Jiménez Haro Adrián¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

²Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
adrianjharo@hotmail.com

La porción sur del lago de Cuitzeo forma parte de un contexto tectónico complejo de tipo transtensivo que ha evolucionado desde el Mioceno superior hasta el Actual, relacionado al sistema de fallas Morelia-Acambay (SFMA) el cual se extiende en una franja de 300 km de longitud y agrupa una serie de estructuras de orientación preferencial E-W y ENE-WSW (Menella L, 2011). Este sistema de fallas afecta una serie de unidades volcánicas conformadas, hacia su base por rocas andesíticas fechadas en 18 Ma, que representan el basamento del área, al cual le sobreyace una unidad conformada por distintas secuencias piroclásticas de ignimbritas, y hacia la cima aparecen dos unidades diferentes, por un lado un vulcanismo reciente de composición intermedia a básica con edades que oscilan entre 2 ma y el Actual. En el área los segmentos de fallas de grandes dimensiones relacionados al SFMA son de tipo normal de orientación preferencial ENE-WSW estas afectan a las distintas unidades volcánicas y sedimentarias generando grandes bloques escalonados que caen hacia el norte principalmente y que por efecto de la geometría de sus planos de desplazamiento crean una rotación que bascula las unidades hacia el sur. En las imágenes de satélite y los modelos digitales de terreno se observa que en

esta zona los segmentos de fallas y fracturas del SFMA presentan geometrías en echelon de tipo antihorario que sugieren movimientos de fallas normales con un leve componente lateral izquierdo. Estas fallas mayores presentan múltiples fracturamiento y fallamiento secundario conformado por estructuras R, R', P, Y, y T principalmente, así mismo se observan numerosos indicadores cinemáticos (tectoglifos) que ayudaron a determinar la cinemática de los movimientos absolutos de las fallas como son: escalones en planos de falla, estructuras de media luna, clastos rotados, sigmoides, sistemas conjugados, horizontes desplazados y estrías sobre los planos de falla, entre otros. En la zona de estudio se observó una serie de fallas activas que cortan y desplazan suelos que son de tipo normal de escala meso estructural que están relacionadas a fallas mayores, con un rango de orientación preferencial de N05E a N25E con planos de alto ángulo con inclinaciones que varían entre 60° y 90° , el análisis de esfuerzos para estas fallas sugiere que el régimen tectónico es activo y que obedece a una transtensión con un leve componente de tipo sinistral que es concordante con el sistema de esfuerzos regional. La interacción de las grandes fallas con las rocas del basamento, el vulcanismo reciente y el campo de esfuerzos actuales están directamente relacionados al potencial geotérmico de los campos del sur de Cuitzeo, esta combinación de factores proporcionan un escenario óptimo para la permeabilidad, la conductividad térmica y el flujo de los fluidos.

SE06-22

ESTUDIO GEOFÍSICO-GEOLÓGICO, DE ARARO, MICHOACÁN

Gómez Jose Joaquin, Garduño Monroy Víctor Hugo y Mazzoldi Alberto
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
jgc_leonigma@hotmail.com

La zona de Araro forma parte de un campo geotérmico que ha presentado mucha incertidumbre para su efectivo desarrollo. Su exploración inicia desde los años 80's, sin embargo la comprensión geológica del yacimiento no ha permitido un correcto desarrollo. El CEMIE-Geo tiene como objetivo principal el desarrollo de este campo, por lo que ya se ha iniciado una explotación con sistemas híbridos (Geotérmico-Solar), que den más eficiencia al desarrollo de este campo de mediana entalpía. Muchos autores han considerado que este campo simplemente es una descarga del campo geotérmico de Los Azufres, sin embargo existen evidencias de alteración hidrotermal que sugieren que este campo es independiente al de Los Azufres. Para llegar a un entendimiento más cercano al real se están realizando trabajos geológicos y geofísicos con la finalidad de formular un modelo conceptual del campo. Los estudios más detallados son los geofísicos TEM, gravimétricos y magnetométricos, con ellos y la recopilación de datos del subsuelo se pretende realizar un modelo geológico geofísico que ayude a proponer la localización de nuevos pozos de explotación geotérmica y de reinyección. El desarrollo de este campo de mediana entalpía podría ser un modelo para el desarrollo geotérmico en otros sectores del país de mediana entalpía, como son los casos de los campos geotérmicos en Nayarit, Baja California, Puebla, entre otros.

SE06-23 CARTEL

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN NUMÉRICA EN YACIMIENTOS

Osorio Erick
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
ing.eosorio@outlook.com

En la industria petrolera en su exploración y producción intervienen varias disciplinas en las cuales se puede mencionar: la Geofísica, la Geología, la Ingeniería de Yacimientos, la Ingeniería Petrolera e Ingeniería Civil. El hidrocarburo se puede encontrar en el subsuelo en trampas, estas pueden ser estructurales, estratigráficas o ambas. Estas acumulaciones se presentan en las partes porosas de la roca, a su vez estas rocas que principalmente pueden ser arenas, carbonatos (yacimientos naturalmente fracturados) y arcillas (shale-oil, shale-gas), y deben tener propiedades petrofísicas específicas como es la porosidad, permeabilidad, saturación de fluidos (agua, aceite y gas). El estudio de la roca-yacimiento se hace integrando las disciplinas de las Ciencias de la Tierra para garantizar la obtención y análisis de los datos que permitan desarrollar estos estudios. La mayoría de la información es obtenida mediante métodos indirectos, el único método directo es la toma de núcleos. Con la finalidad de obtener resultados acordes a las condiciones inherentes a la producción es inherente a la producción esperada de las reservas existentes en el yacimiento. Los ingenieros de yacimientos utilizan una herramienta que es la simulación para poder estimar el comportamiento del yacimiento a través de un tiempo determinado. Por medio de su aplicación es posible modelar el flujo de fluidos a través del espacio poro del yacimiento con mayor detalle. Aunque la simulación de yacimientos involucra una gran cantidad de variables y complejidades, tanto de ingeniería como de matemáticas, que afectan directamente con la precisión del resultado. Esto nos permitirá conocer cuál será su rendimiento en condiciones de producción específicas. La información que logra aportar el simulador tiene una gran relación con el aspecto económico y el de producción ya que permite conocer si el yacimiento es rentable para su explotación utilizando ciertas tecnologías asegurando un mayor aprovechamiento de recursos.

SE06-24 CARTEL

LAS SECUENCIAS VOLCÁNICAS DE CUITZEO LIGADAS AL CAMPO GEOTERMICO DE SAN AGUSTIN DEL MAIZTrujillo Hernández Noemí¹, Jiménez Haro Adrián² y Garduño Monroy Victor Hugo³¹CeMIEGeo²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN³Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
mimi_aes@hotmail.com

En este trabajo se presenta la estratigrafía de los depósitos volcánicos y sitios con manifestación de fluidos hidrotermales en el poblado de San Agustín del Maíz, localizado al Sur del lago de Cuitzeo, Michoacán. En este campo geotérmico se han diferenciado tres grandes secuencias, en la base se aprecian dos contrastantes litologías, la primera forma lomeríos y se compone de andesitas muy fracturadas con texturas microporíricas, con intercalaciones de flujos piroclásticos; sobre de ellas se observan diferentes niveles de flujos piroclásticos color rosas, blancos y verdes que configuran extensas mesetas y que han sido fechadas del Mioceno. Sobre de ellas se desarrolla el campo volcánico monogenético que en la zona está representado por un volcán que guarda toda su estructura y es de composición andesítico basáltica. Del Mioceno superior y contemporáneo al vulcanismo se acumula una secuencia sedimentaria del lago de Cuitzeo. Todas estas cuatro litologías son afectadas por un intenso fallamiento y en conjunto forman el yacimiento geotérmico de San Agustín del Maíz. Los trabajos iniciales ya muestran evidencias de que el campo geotérmico de San Agustín del Maíz podría tener una influencia de magmatismo ligado a centros del vulcanismo monogenético del Plioceno-Holoceno.

SE06-25 CARTEL

ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y FRACTAL DEL FRACTURAMIENTO RELACIONADO A LOS CAMPOS GEOTERMICOS DEL SUR DEL LAGO DE CUITZEOBermejo Santoyo Gerardo¹, Jiménez Haro Adrián² y Garduño Monroy Victor Hugo³¹Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN³Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
gerrard_rm@hotmail.com

Al NE del estado de Michoacán se ubica el Lago de Cuitzeo que en su parte sur presenta manifestaciones hidrotermales que pueden ser importantes desde el punto de vista de desarrollo geotérmico de mediana y baja entalpia. Los fluidos en esta zona seguramente tiene una buena circulación debido a los medios porosos y al importante fracturamiento, las cuales están ligadas al Sistema de Fallas Morelia-Acambay que siguen una dirección preferente E-W y ENE-WSW. El estudio de estas estructuras es importante para conocer su comportamiento geométrico el cual depende de la resistencia de la roca y la intensidad de deformación. Con este estudio se pretende realizar un análisis del fracturamiento de la parte sur del Lago de Cuitzeo utilizando la técnica de la teoría fractal, la cual y de acuerdo a varios trabajos (Babadagli, 2002; Marrett et al., 1999; Turcotte, 2001; Barton y Larsen, 1985), las estructuras extensionales (fallas y fracturas) tienen un comportamiento auto-similar, es decir, su geometría se repite a varias escalas, para lo cual es necesario contemplar características como orientación, espaciamiento, apertura, densidad e intensidad del fracturamiento, esto se logra mediante la medición e identificación de fracturas en distintos putos de la zona de estudio. Litológicamente el sur del Lago de Cuitzeo está conformado principalmente por Andesíticas e Ignimbritas donde el fracturamiento es de alto grado en las primeras, presentan regularmente 4 familias cuya familia principal la componen las fracturas de enfriamiento y las estructuras asociadas principalmente con el fallamiento. Con este trabajo se pretende conocer la distribución espacial, temporal y en profundidad del fracturamiento, elementos que serán relevantes en el diseño de pozos geotérmicos.

SE06-26 CARTEL

ESTUDIO DEL FRACTURAMIENTO Y FALLAMIENTO DE LA ZONA DE CUITZEO LIGADA AL CAMPO GEOTÉRMICO DE SAN AGUSTÍN DEL MAÍZOlvera García Emmanuel¹, Jiménez Haro Adrián^{2,y3} y Garduño Monroy Victor Hugo^{3,y4}¹Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica, CeMIEGeo²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN³CeMIEGeo⁴Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
manyto_08@hotmail.com

El estudio de fracturas y fallas es muy importante en el análisis de un sistema geotérmico, debido a que estas estructuras actúan como conductos en el flujo de los fluidos. El campo geotérmico de San Agustín del Maíz se encuentra ubicado en la parte central del sistema de fallas Morelia-Acambay el cual controla la depresión lacustre de Cuitzeo, en la parte Sur-Central del lago de Cuitzeo. El campo se alinea E-O con otros campos geotérmicos de la zona formando el límite sur del lago (se podría incluir sobre esa línea el campo geotérmico en explotación de los Azufres). Las manifestaciones hidrotermales en este campo tienen también un dirección preferencial ENE-WSW. En la zona de estudio se han encontrado fallas normales

con orientación ENE-WSW principalmente y en menor proporción de dirección E-W. En el análisis del fracturamiento (geometría y distribución). Con la finalidad de entender las relaciones entre el fracturamiento-fallamiento y la distribución de los focos termales se ha realizado un levantamiento regional y de detalle de ellos, encontrando que a nivel regional guardan las tendencias ENE-WSW, sin embargo a nivel de detalle estas distribuciones nos son tan claras. En San Agustín del Maíz no se tiene claro si el yacimiento geotérmico corresponda a un flujo regional ligado a las fallas o esté relacionado con un centro volcánico, donde las fallas y fracturas solo sean los conductos con la superficie. Por otro lado existen varios pozos y norias que tienen aguas con temperaturas importantes, por ello se realizaran mapas de isotermas que nos ayuden a ver las tendencias y sus posibles relaciones con los elementos planares de las rocas volcánicas.

Sesión Especial

Geociencias y percepción remota

Organizadores:

Iván Esteban Villalón Turrubiates

Alejandro Monsiváis Huertero

Jesús Soria Ruiz

Guillermo Martínez Flores

SE08-1

TÉCNICA MEJORADA DE CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES DE PERCEPCIÓN REMOTA

Villalón Turrubiates Iván Esteban

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara
villalon@ieee.org

La extracción de firmas digitales desde mapas electrónicos obtenidos a partir de sistemas multiespectrales de percepción remota permite la adecuada clasificación de elementos contenidos en las mismas. Sin embargo, la resolución espacial de las imágenes combinada con la resolución espectral de información hacen que la carga computacional sea elevada y, por lo mismo, el tiempo de procesamiento sea inadecuado. Este trabajo muestra una metodología de segmentación supervisada que reduce el tiempo de ejecución y logra mejores niveles de clasificación al emplear diversas bandas de información de la imagen con lo cual se robustece el método comparado con otras técnicas tradicionales. Se muestran resultados obtenidos y su comparación con otros métodos para probar la eficiencia de la técnica descrita.

SE08-2

FRENTES TÉRMICOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE IMÁGENES G1SST

Martínez Flores Guillermo, Avendaño Ibarra Raymundo y De Silva Dávila Roxana
Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
gmflores@ieeee.org

Los frentes oceánicos son zonas relativamente estrechas en las que los gradientes horizontales de las propiedades físicas, químicas y biológicas delimitan fronteras entre diferentes tipos de agua superficial. Estos se pueden formar bajo la influencia de deformación horizontal, cizalladura horizontal, deformación vertical y movimiento vertical diferencial y se han asociado a regiones de giros oceánicos originados por inestabilidad baroclínica. Estudios en el Atlántico Norte indican que especies de importancia comercial (como sardina y macarela) desovan sobre la plataforma continental, desde donde los huevos y larvas son advectados hacia regiones de frentes con alta producción primaria localizados al borde de la plataforma. En el Golfo de California (GC) no se han realizado estudios sobre el acoplamiento de las asociaciones de larvas de peces y las estructuras de frentes. El GC merece especial atención debido a que representa una de las principales áreas de explotación de recursos pesqueros de México. Los objetivos de este trabajo son implementar algoritmos para detectar y caracterizar estructuras de frentes térmicos en el GC utilizando imágenes diarias de temperatura superficial del mar de 1 km de resolución espacial (G1SST) y establecer relaciones espaciales entre estaciones de muestreo de cruceros oceanográficos y los píxeles de frentes térmicos. Se generaron imágenes binarias diarias con la distribución espacial de los frentes para el año 2013. Estas imágenes fueron posteriormente fusionadas para determinar las regiones con frentes más persistentes en periodos mensuales y las regiones conexas se etiquetaron para identificar cada frente. Finalmente se generaron mapas de distancia entre las estaciones de una red de muestreo oceanográfico y los píxeles-frente. Se espera establecer relaciones espaciales y ambientales entre las asociaciones de larvas de peces y las estructuras de frentes detectadas, una vez que sean incorporados los datos sobre la comunidad de especies para cada estación de muestreo en cruceros oceanográficos específicos.

SE08-3

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LA RETROALIMENTACIÓN EN LA ASIMILACIÓN DE DATOS PARA LA MEJORA DE LAS ESTIMACIONES DE HUMEDAD DE SUELO Y LA CORRECCIÓN DE SESGO

Monsiváis Huertero Alejandro¹, Judge Jasmeet², Steele-Dunne Susan³,
Jiménez Escalona José Carlos² y Mosqueda Sánchez Antonio¹¹Instituto Politécnico Nacional, IPN²Universidad de Florida, USA³Universidad de Tecnología Delft, Holanda
amonsivais@ipn.mx

El conocimiento de la humedad de suelo es importante para aplicaciones en hidrología, micrometeorología y agricultura dado su efecto en los flujos de energía y humedad en los procesos de superficie. Los modelos de transferencia Suelo, Vegetación y Atmósfera (TSVA) son comúnmente empleados para simular el transporte de energía y humedad en suelo y vegetación. Aunque estos modelos consideran la dinámica observada en suelo y vegetación, sus estimaciones de humedad de suelo aún divergen de la realidad debido, principalmente, a la incertidumbre en los parámetros de entrada, datos meteorológicos y condiciones iniciales. Una forma de corregir los errores aleatorios debidos a estas incertidumbres es a partir de las técnicas de asimilación de datos, como lo es el Filtro Kalman de Conjunto (FKC). Sin embargo, además de estos errores aleatorios, también se han observado diferencias sistemáticas (sesgo) entre las simulaciones y las observaciones. Dentro de las metodologías para esta corrección simultánea de sesgo y errores aleatorios, se tiene un FKC compuesto por dos etapas. Una etapa que corrige los errores aleatorios para el supuesto de la no existencia de sesgo y

una segunda etapa para la corrección de la diferencia sistemática. Una ecuación de análisis del FKC que combina los valores actualizados de las dos etapas anteriores es empleada para estimar el valor actualizado sin sesgo. Actualmente, existe dos implementaciones de esta metodología: la primera consiste en estimar el sesgo y corregir las condiciones iniciales y la segunda consiste en estimar el sesgo, corregir las condiciones iniciales y usar el valor de sesgo para corregir las estimaciones de humedad de suelo durante la fase de propagación dentro del FKC. En este estudio, se comparan las estimaciones de la humedad de suelo para estas dos implementaciones para el caso de un suelo arenoso. Los resultados muestran que, en general, las estimaciones de humedad de suelo son más cercanas a las observaciones cuando se introduce la retroalimentación. Sin embargo, si la observación se encuentra justo después de un evento de lluvia, la asimilación con retroalimentación puede volver el resultado del filtro inestable.

SE08-4

USO COMBINADO DE IMÁGENES SATELITALES PARA MONITOREO AGRÍCOLA

Fernández Ordóñez Yolanda Margarita¹ y Soria-Ruiz Jesús²¹Colegio de Postgraduados, COLPOS²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP
yfernand@colpos.mx

La utilización combinada de imágenes satelitales ópticas y de radar puede aportar mayor certeza al estudio de fenómenos sobre la superficie de la Tierra. El trabajo de investigación aquí reportado se orienta a obtener una metodología operacional para el monitoreo de cultivos mediante el uso de ambos tipos de imágenes. La tarea es relevante para la toma de decisiones porque proporciona información acerca de la extensión de superficies cultivadas, de los tipos de cultivo y su condición, bien sea para estimación anticipada de volúmenes de cosechas o para prevención y mitigación de desastres que afectan a la producción agrícola. Se cuenta con una metodología basada en firmas espectrales ópticas que se ha aplicado exitosamente en la evaluación de áreas agrícolas sinistradas y en estudios de rendimiento de maíz. Actualmente se estudia cómo y cuándo hacer intervenir ventajosamente datos de imágenes de radar en dicha metodología, en qué situaciones específicas y para cuáles áreas geográficas. Las imágenes ópticas y de radar proporcionan informaciones de distinta índole por lo que su utilización combinada debe tomarlas en cuenta. Se presentan de manera sucinta las contribuciones que aportan ambos tipos de imágenes al monitoreo de cultivos. Se revisa la utilización de firmas espectrales ópticas inmersas en la metodología. En seguida se discute la utilización combinada por concatenación de imágenes, que se refiere a la consideración conjunta de la visualización—previo proceso de registro, el cual sobreponen una imagen de radar y una óptica de la misma escena en tiempos suficientemente cercanos para la aplicación. Las imágenes de radar no polarimétricas permiten visualizar la brillantez o intensidad de la retrodispersión ("backscatter") y pueden utilizarse bajo un enfoque de concatenación. Sin embargo el mayor potencial informativo de las imágenes de radares SAR polarimétricas o las de polarización dual permiten otras maneras de utilización. Son diversos los aspectos que repercuten en la visualización de una imagen de radar sea o no polarimétrica, como el ángulo de incidencia, el relieve y la rugosidad del terreno. Otro enfoque de utilización combinada es por fusión de la información. La información polarimétrica—transformación de la polarización de la onda electromagnética resultante de su contacto con los dispersores en el terreno—ha probado ser de utilidad en la detección de blancos discretos y coberturas continuas, y depende de factores como la banda del radar, el ángulo de incidencia y la densidad de la vegetación. La fusión de datos de radar y ópticos presenta avenidas de investigación abiertas para el monitoreo de cultivos y para muchas otras aplicaciones. Para una metodología operacional, además de la generación de resultados oportunos, debe considerarse que sea económicamente redituable, sopesando los costos involucrados respecto de los beneficios reales que eventualmente ofrezca. Este proyecto participa con un área de estudio piloto para el monitoreo del maíz ubicada en el Estado de México donde se prueban los resultados de investigación; el sitio forma parte del Joint Experiment of Crop Assessment and Monitoring (JECAM) ubicado dentro de la iniciativa Global Earth Observation- Global Agricultural Monitoring (GEO-GLAM).

SE08-5

IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS HOSPEDERAS DE LA MOSCAS DE LA FRUTA A PARTIR DE IMÁGENES DE SATELITE RAPID-EYE

Soria-Ruiz Jesús¹, Díaz-Padilla Gabriel² y Fernández Ordóñez Yolanda Margarita²¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP²Colegio de Postgraduados, COLPOS

soria.jesus@inifap.gob.mx

Los cítricos dulces en México se cultivan en una superficie de 384 mil hectáreas con un promedio de producción de 5.1 millones de toneladas anuales. El estado de Veracruz cuenta con 184 mil hectáreas que en promedio producen 2.6 millones de toneladas (51% de la producción nacional). Uno de los principales problemas fitosanitarios de la fruticultura en el Norte de Veracruz, es la presencia de moscas de la fruta de los géneros Ceratitis, Dacus, Bactrocera, Anastrepha y Rhagoletis: las cuales ocasionan daños directos a la fruta de los cítricos dulces, con disminuciones en la calidad y productividad de las huertas. Son de importancia económica por

su incidencia, severidad y restricciones cuarentenarias para México. Por otro lado, las imágenes satelitales se han utilizado para diversos propósitos, entre los que destacan la detección de enfermedades en el dosel de las plantaciones de especies frutales. En el norte del estado de Veracruz, la actividad citrícola es de suma importancia para la economía de la región y del país. No obstante, la mosca de la fruta es considerada como un problema que debe ser atendido de manera eficaz para mejorar la producción y calidad de la fruta que se produce en este municipio. El objetivo del presente estudio fue identificar los principales hospederos de la mosca de la fruta, mediante el uso de imágenes de satélite de alta resolución espacial y temporal en un municipio del norte de Veracruz. A partir de firmas espectrales, se identificó y cuantificó la superficie de las especies hospederas de la mosca de la fruta, mediante técnicas de percepción remota, sistemas de Información geográficos y navegadores satelitales. Se generaron mapas temáticos de la distribución geo-espacial de las principales especies hospederas. Se concluye que Las tecnologías satelitales permiten generar información actualizada con alto nivel de precisión; las cuales dan soporte a programas del gobierno federal y estatal dirigidas al sector frutícola del país; para generar estrategias de control y erradicación de la mosca de la fruta en sitios previamente localizados, contribuyendo en el incremento de la producción y calidad de la fruta.

SE08-6

ESTIMACIÓN DE FLUJOS DE CALOR RADIATIVO EN EL VOLCÁN CEBORUCO A TRAVÉS DE IMÁGENES TÉRMICAS TIPO LANDSAT

Fernández Cordoba Jhonattan, Escudero Ayala Christian René y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
tatan.ferco@gmail.com

Conocer el comportamiento de la actividad térmica en un área volcánica es prioridad para todas las instituciones que se dedican al estudio y monitoreo de las mismas. Las técnicas de Teledetección satelital se han vuelto una herramienta cada vez más útil en este proceso. El Volcán Ceboruco se encuentra localizado en el flanco noroccidental de la Faja Volcánica Transmexicana, alrededor de los centros poblados de Ahuacatlán y Jala en el estado de Nayarit, México. Ha presentado alrededor de ocho erupciones desde hace 1000 y su última erupción data del año 1870. Debido a su historia eruptiva, es considerado como un volcán activo en estado fumarólico. En este sentido, se tiene como objetivo evaluar el comportamiento térmico a través de la medición de flujos de calor en la zona de calderas del Ceboruco durante el periodo 1994-2014 haciendo uso de imágenes térmicas del programa Landsat. Imágenes correspondientes a los años 1994, 2001, 2007 y 2014 son procesadas y calibradas a través de métodos de corrección atmosférica y topográfica para obtener valores reales de reflectividad, emisividad y temperatura de la superficie. La relación de estos datos, junto a la constante de Stefan-Boltzmann, valores de transmisividad atmosférica, de temperatura del ambiente y otras variables, permitirán medir los RHF para dichas fechas. Finalmente, se pretende mostrar que datos del infrarrojo térmico obtenidos de las plataformas del satélite Landsat son considerados una buena opción para la exploración y el monitoreo de actividad térmica en cualquier región volcánica activa, con varias horas posteriores a la toma de la imagen, además de presentar una alta eficiencia y un costo muy bajo.

SE08-7

ANÁLISIS DE SUBSIDENCIA Y FALLAMIENTO ACTIVO MEDIANTE INSAR Y GPS, EN CELAYA, GUANAJUATO

Carranco Lozada Simon Eduardo¹, Ramos Leal José Alfredo¹,
López Quiroz Penélope², Torres Sonia² y Morán Ramírez Janete³

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
simon.carranco@gmail.com

La subsidencia en el Bajío Guanajuatense asociados principalmente al efecto de compactación y pérdida de la presión intra poro se relacionan a la extracción intensiva del agua subterránea, desde la década de 1950 esta zona se utiliza en su mayoría como tierras de cultivo el agua subterránea ha sido la principal fuente de abastecimiento para la actividad agrícola, realizando una evolución del nivel estático desde 1956 al 2000 se tuvo un abatimiento de 115 metros. Además de la extracción intensiva del agua subterránea, el valle es afectado por fallas activas, la zona de esfuerzos atraviesa de Norte a Sur la ciudad de Celaya. La ubicación, nivelación y magnitud de los cambios en la superficie terrestre se determinaron utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), los resultados obtenidos de esta nivelación diferencial son comparados con datos de Bancos de Nivel (BN) pertenecientes a la Red Geodésica Nacional Pasiva Vertical (RGNPV) de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la RGNPV cuenta con datos históricos de elevación desde 1953 en algunos BN, de este modo se puede cuantificar el hundimiento progresivo en este periodo. Con el objetivo de realizar un estudio más completo y correlacionar los resultados de GPS, se utilizó la herramienta de Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR), se analizaron imágenes de radar de un periodo de 2004 a 2008. Los resultados del análisis con InSAR, indican cambios verticales en la superficie del terreno, desplazamientos de hasta -70 milímetros $\pm$ 10, los movimientos más marcados se presentaron en la parte centro de Celaya y al sur este de la misma.

SE08-8

EL DESLIZAMIENTO EN EL KM 93 DE LA CARRETERA TIJUANA-ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

Hinojosa Corona Alejandro¹, García Castañeda Luis Alberto² y Mendoza Garcilazo Luis³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Universidad de Guerrero

³CICESE

alhinc@cicese.mx

La carretera federal 1 conocida como la escénica Tijuana-Ensenada, es una vía de comunicación de vital importancia en el estado de Baja California, un tramo carretero de ~100 km que conectaba ambas ciudades a lo largo de la costa del Pacífico con una carretera de cuatro carriles, donde la belleza del paisaje es su principal característica. El tránsito vehicular en 2012 fue cercano a los 11 millones de vehículos. El 28 de diciembre 2013 ocurrió un deslizamiento de ladera que interrumpió la comunicación en ambas direcciones y que no ha sido reparado a la fecha. Un segmento de 300 metros carretera se deslizo 35m hacia el océano Pacífico, desplazando por gravedad un bloque de areniscas poco consolidadas hacia el mar. La comunicación vial se ha mantenido a través de rutas alternas que atienden deficientemente los requerimientos, impactando negativamente a la economía del puerto de Ensenada y de las ciudades al sur. A través de múltiples técnicas de percepción remota, se registró el relieve del terreno en la zona del deslizamiento con el objetivo de medir y dimensionar el fenómeno, mediciones antes y después del evento. Después del deslizamiento se cuenta con un levantamiento aéreo LiDAR con una densidad de 10 puntos /m2, un modelo del terreno por fotogrametría satelital (VV2) con resolución de 1m, fotogrametría a partir de múltiples fotos tomadas por drones un día después del deslizamiento, un levantamiento laser terrestre en el sitio. Se presenta el deslizamiento desde varias perspectivas, realizando las fortalezas y debilidades de cada técnica. La zona del deslizamiento está sujeta a una continua transformación con el propósito de reestablecer la comunicación por esta vía. Se contempla su reapertura a mediados de septiembre 2014.

SE08-9 CARTEL

ESTIMACIÓN DE BIOMASA APLICANDO IMÁGENES SATELITALES

Escobar Carmona Regina y Carbajal Noel
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
regina.escobar@ipicyt.edu.mx

La medición y el cálculo de la biomasa de ecosistemas por unidad de área aportan datos importantes para el manejo de los recursos y afectaciones forestales. Existen eventos donde el conocimiento de la biomasa es de fundamental importancia como incendios forestales, deslizamientos, deforestación, humedad, etc. Aunque existen métodos para medir la biomasa de un ecosistema aplicando diferentes metodologías, existen pocas investigaciones considerando el inmenso y diverso territorio de la República Mexicana. El estudio de la vegetación y de la biomasa aérea es complejo y requiere de la cuantificación de varios parámetros por medio de ecuaciones alométricas. La aplicación de imágenes de satélite Landsat TM y del análisis de regresión lineal han puesto de manifiesto la existencia de correlaciones entre la biomasa forestal e información contenida en imágenes de satélite. Parámetros como la reflectancia, humedad, índice normalizado de vegetación NDVI, entre otros muestran una muy fuerte relación con los valores de biomasa. Se aplicó este conocimiento a la estimación de biomasa en regiones de especial interés por la incidencia de incendios forestales. Los resultados indican que los datos obtenidos por imágenes de satélite proporcionan una estimación confiable de la biomasa de ecosistemas forestales.

SE08-10 CARTEL

ANÁLISIS DE ZONAS SUSCEPTIBLES A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN: CASO CUENCA SAN MARCOS, SIERRA NORTE DE PUEBLA.

Cruz Mateo María Rosaira¹, Noyola Medrano Cristina² y Dávila Harris Pablo³

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²UASLP, Facultad de Ingeniería, Área Civil, Ingeniería Geomática

³IPICYT, Posgrado en Geociencias Aplicadas
maria.cruz@ipicyt.edu.mx

Los procesos de remoción en masa (PRM) son uno de los peligros naturales que más afecta la superficie terrestre, causando pérdidas humanas y daños en los bienes materiales. Estos procesos se presentan cuando una ladera se vuelve inestable, a consecuencia de la intervención de forma conjunta de diversos factores tanto naturales como antropogénicos. Los movimientos de terreno afectan cada año grandes áreas en todo el planeta. En México, durante la temporada de lluvia muchas regiones que presentan relieves montañosos son afectados por distintos tipos de PRM. Para cartografiar y analizar estos fenómenos se requiere del apoyo de varias técnicas y herramientas, tanto directas como indirectas. Dentro de las indirectas o remotas se encuentra la Teledetección por Satélite, la cual ofrece información geográfica

aprovechable y una visión amplia de los elementos que se encuentran en la superficie del terreno, además de proporcionar un modo práctico y de rápido acceso para obtener datos cuantitativos de ciertos parámetros. En este estudio se presentan datos acerca de la geomorfología, hidrometría y teledetección de la subcuenca San Marcos, en la parte norte del estado Puebla. Con esta información se pretende identificar los sitios con mayor propensión a PRM, en base a conjuntar parámetros físicos que pudieran propiciar estos disturbios en ciertas zonas de la cuenca. La subcuenca de San Marcos ha sufrido deslizamientos previamente, tanto de escala menor (flujos de detritos) y en menor cantidad, deslizamientos de rocas, tierra y suelo de tipo rotacional. La zona de estudio se caracteriza por presentar relieve montañoso y topografía accidentada con pendientes pronunciadas (70°), así como condiciones climáticas caracterizadas por abundantes lluvias durante el verano con incidencia de ciclones provenientes del Golfo de México. La geología local es diversa, con fallas, fracturas y plegamientos de basamento Cretácico y Jurásico, cubiertas por unidades volcánicas del Cuaternario, propiciando discontinuidades estratigráficas. Esta condición, aunada a las actividades humanas como deforestación, taludes para construcción de carreteras y viviendas, provoca un cambio de uso del suelo que se refleja en mayor susceptibilidad a los PRM. El objetivo principal de este estudio es determinar las zonas susceptibles a PRM en un sector de la Sierra Norte de Puebla, en primera instancia se cartografiaron los deslizamientos existentes, se caracterizaron los parámetros de vegetación, humedad, superficie del suelo desnudo y se determinaron los cambios en el uso de la tierra mediante imágenes de satélite tipo Landsat TM5. Paralelamente se determinó la morfometría de la subcuenca San Marcos a partir de un Modelo Digital de Elevación (15m). Este análisis fue conducido con la finalidad de entender e interpretar el comportamiento morfodinámico e hidrológico de la zona. Los datos y mapas obtenidos en este trabajo corroboran la utilidad del uso de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica para delimitar zonas más susceptibles a desarrollar PRM.

SE08-11 CARTEL

INTERFAZ GRÁFICA PARA EL PROCESAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES CON FINES OCEANOGRÁFICOS DEL SATÉLITE MODIS-AQUA

González Rodríguez Eduardo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz
egonzale@cicese.mx

El uso de información satelital con fines oceanográficos se ha ido generalizando poco a poco, en la actualidad es común y hasta necesario que cualquier estudio incluya un componente satelital, principalmente con datos de temperatura superficial del mar o clorofila a. Estos datos son accesibles a través de internet, pero en la práctica es difícil para cualquier usuario generar mapas personalizados de una zona de interés o generar series de tiempo a partir de datos satelitales, entre otras cosas porque hay una gran gama de estos, diferentes resoluciones espaciales y temporales, distintos sitios y formatos, etc, peor aun, la situación se complica ya que los datos generalmente no se encuentran en formatos conocidos por los usuarios. Debido a que existe una necesidad específica para el procesamiento y visualización de información satelital, se presenta una interfaz gráfica para ayudar a usuarios que no son expertos en el manejo de este tipo de información, en específico datos de nivel 3 del satélite MODIS-AQUA provenientes de la página de oceancolor (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). El MODIS-AQUA es un satélite que transmite información en 36 bandas con una resolución a partir de 250 m en adelante. Para cuestiones oceanográficas es común utilizar productos de 4 o 9 km, conocidas como de nivel 3. La intención de la interfaz gráfica, para usuarios que cuentan con archivos de nivel 3, es crear mapas de color de forma fácil, hacer análisis de estadística básica de un set de datos y/o extraer información en puntos específicos para generar series de tiempo. Otra de las ventajas de la interfaz gráfica, es que es capaz de procesar y visualizar cualquier información de nivel 3 que provenga del sitio de oceancolor, entre ella se encuentran datos de otros satélites (SEAWIFS, ADEOS, CZCS, etc), asimismo de otras variables, por ejemplo, profundidad de la zona eufótica, carbono orgánico particulado, salinidad, etc. Se mostrará el uso de la interfaz con ejemplos prácticos.

SE08-12 CARTEL

SISTEMA PARA LA GESTIÓN DE DATOS GEOFÍSICOS Y GEOLÓGICOS EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE

Arregui Ojeda Sergio¹, González Escobar Mario²,
Hinojosa Corona Alejandro³ y Martínez Martínez Evelio³
¹Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, UABC
²División de Ciencias de la Tierra, CICESE
³Facultad de Ciencias, UABC
sergio.arregui@uabc.edu.mx

Proyecto para la realización de un sistema para el manejo de datos usados como fuente para investigación y estudios. Existe actualmente una colección grande de información, la cual se va a integrar a una base de datos con características espaciales, de manera que se facilite el manejo de esta información, hacer búsquedas y organizar de una manera eficiente la información. Para los usuarios de esta base de datos el acceso a esta será a través de una interface web que le permita interactuar realizando búsquedas tanto por nombre, tipo de información o si quieren conocer que información existe disponible dentro de una región. Esta capacidad de

realizar búsqueda también proporcionará al usuario información acerca de productos realizados previamente con la información, integrando estas características como metadatos en cada objeto en la base de datos. Las herramientas utilizadas para el desarrollo son, en el lado programación para el servidor, PHP para construir la lógica y las interfaces con la base de datos, la cual usa un manejador PostgreSQL con extensiones espaciales Postgis. Para la aplicación cliente se usa una combinación de lenguajes HTML, Javascript, CSS y PHP. Adicionalmente este sistema emitirá salidas en formatos comunes compatibles con software para Sistemas de Información Geográfica, como pueden ser archivos shapefile, KML o de texto separado por comas (CSV).

SE08-13 CARTEL

ESTIMACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA ZONA DEL AEROPUERTO DE GUANAJUATO UTILIZANDO TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA SATELITAL

Hernández Sánchez Juan Carlos, Jiménez Escalona
José Carlos y Monsiváis Huertero Alejandro
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
snipergod14@gmail.com

Dentro de un aeropuerto existen diversas fuentes de contaminación debidas al aumento del tráfico aéreo, las operaciones de aterrizaje y despegue, simulacros de incendio, suministro de combustible, tránsito automovilístico, entre otras. Dichas emisiones presentan un efecto importante en la calidad del aire de la zona circundante y las instalaciones aeroportuarias. Por tal motivo es necesario contar con un sistema de monitoreo constante de dichas emisiones con el propósito de tener un control estadístico que sirva como apoyo a las autoridades aeroportuarias para generar medidas de control y no sobre pasar los límites permisibles de cada entidad federativa. Los principales contaminantes que se generan debido a las actividades mencionadas anteriormente son el dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), material particulado y óxidos de nitrógeno (NO_x). En este trabajo se presentan resultados de detección y estimación de dos de los principales contaminantes utilizando herramientas basadas en percepción remota satelital. Primeramente se presenta la estimación de PM₁₀ basada en imágenes del sensor Landsat7 ETM+ por medio de la técnica de algoritmo multispectral utilizando las bandas 1, 2 y 3 con sus respectivas longitudes de onda tomando como referencia las estaciones de monitoreo atmosférico de León y Silao. Y por último se estimó el dióxido de azufre, el cual se analiza por medio de un algoritmo para la identificación de la absorción del SO₂ en las bandas de 8.6µm utilizando imágenes del sensor ASTER. La metodología se aplicó para estimar dichos contaminantes en la zona del Aeropuerto Internacional de Guanajuato. Todos los resultados se obtienen al generar mapas de la zona para distintas fechas que comprenden del 2010 al 2012, donde se muestran las estimaciones. Los resultados se validan con las mediciones registradas en las Estaciones de la red de Monitoreo de Guanajuato ubicadas: en el Hospital General de Silao, Estación CICEG, Estación Facultad de Medicina y Estación T-21 estas últimas están en León.

SE08-14 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD CON LAS VARIACIONES DE TERRENO EN LAS MEDICIONES DE SO₂ VOLCÁNICO OBTENIDAS CON MODIS

Jiménez Escalona José Carlos¹, Monsiváis Huertero Alejandro¹ y Reyes-Vázquez Juan José²
¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
²Instituto Politécnico Nacional, IPN
jjimenez@ipn.mx

En la actualidad se han desarrollado nuevas técnicas de percepción remota basadas en imágenes satelitales que permiten estudiar y monitorear volcanes activos de forma segura y con relativamente bajos costos de operación. Estas técnicas permiten observar grandes áreas rápidamente y en algunos casos, con resoluciones temporales que permiten dar seguimiento a la evolución de la emisión transportada en la atmósfera. Estas ventajas convierten a estas técnicas en herramientas muy valiosas para las áreas de protección civil y aeronáutica. Sin embargo este tipo de técnicas presentan aun mucha incertidumbre en sus mediciones debido a que se dependen de factores con mucha variabilidad como son las condiciones atmosféricas, la hora del día, la presencia de nubes y la variación del terreno entre otras. Las imágenes MODIS permiten la detección de SO₂ en un rango de frecuencia electromagnética dentro del infrarrojo térmico. Por esta razón es posible detectar SO₂ tanto en horas de día como durante la noche. Esta cualidad hace de MODIS una herramienta muy valiosa para el monitoreo continuo de volcanes con desgasificación constante y eventos eruptivos. Un punto importante para la detección y cuantificación de plumas de SO₂ volcánico por medio de esta técnica, es la estimación de la distancia de la fuente de emisión de radiación al sensor que recibe esta señal. Esto debido a que la radiación que es emitida en superficie interactúa con la sección de atmósfera por donde viaja. Una mejora en la estimación de esta distancia representa una reducción en el error de estimación en la concentración de SO₂ de la pluma volcánica. En este trabajo se presentan estimaciones de emisiones de SO₂ del volcán Popocatepetl, México (19.020N, 98.620W, 5425 msnm) para el período noviembre 2006 - febrero 2007. Se utilizó el algoritmo MAP_SO2 desarrollado por Realmuto (1994) para la estimación de las concentraciones de SO₂. Se acoplo un Modelo Digital de Elevación (DEM) y se evaluó la comparación de los datos

obtenidos utilizando este DEM y datos utilizando una elevación constante del terreno. Los resultados muestran una tendencia a disminuir los valores de las concentraciones de SO₂ acercándose más a los obtenidos por COSPEC en la mismas emisión y hora del día.

Sesión Especial

Paleoseismology, seismic and tsunami hazard

Organizadores:

Maria Teresa Ramírez-Herrera

Néstor Corona

Marcelo Lagos

SE09-1

ANÁLISIS DE DESLIZAMIENTOS SUBMARINOS EN ZONAS VOLCÁNICAS EN EL GOLFO DE MÉXICO, ÁREA CHICONQUIACO PALMA SOLA-LAGUNA VERDE, VERACRUZ MÉXICO. IMPLICACIONES DE TSUNAMIS POR DESLIZAMIENTO.

Ledesma Herrera Karina¹, García Tenorio Felipe² y Jacobo Albarrán Jorge²¹Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
celtakarina@hotmail.com

La mayoría de los márgenes continentales alrededor de los océanos en el mundo muestran taludes, en los cuáles muchos de ellos están sujetos a inestabilidad por deslizamiento en masa. La Cuenca del Golfo de México es una cuenca compleja, modificada por sedimentación clástica, por inestabilidad debido a grandes masas de sal y a la formación de fallamiento sindeposicional muy activo (fallas de crecimiento) y porque intercepta con provincias volcánicas activas como el Cinturón Volcánico Transmexicano. Un deslizamiento submarino puede originarse por colapso de talud relacionado a sismos o a colapso de volcanes costeros y puede causar un tsunami, varios tsunamis históricos por deslizamiento marino relacionados a sismos como Cuyutlán, Gran Banks y Papua New Guinea, originaron olas de más de 10 metros de alto. En el Golfo de México tsunamis por deslizamientos volcánicos (en el Plió-Pleistoceno) fueron reportados en los Tuxtles Veracruz (Ledesma Herrera, 2012; García Tenorio, 2013.). En el presente trabajo se hace un análisis por deslizamientos submarino en el talud, en las costas entre la desembocadura del río Tecolutla y Chiconquiaco Palma Sola-Laguna Verde por medio de batimetría y de un pozo profundo de PEMEX. Esta área es una región de talud continental con una pendiente suave desde la isobata 20 a 90m y con una pendiente más fuerte desde la isobata 100m hasta la isobata 2800 m. La zona es volcánica, y sedimentaria, con volcanes con actividades desde el Mioceno Medio, Plioceno y Plió-Pleistoceno Tardío, con hidrotermalismo activo en la planicie costera, con fallamiento normal y lateral, diques volcánicos y es sísmicamente activa con sismos de entre 3, 4.4 y 5.5 grados Richter en el área marina, y con sismos históricos de 7.3 (Orizaba) y 6.4 (sismo de Jalapa) en la planicie costera. No obstante evidencias de deslizamientos submarinos relacionados con vulcanismo se presentan en este estudio. Day et al (2005) en el landslide submarino y subsecuente tsunami en el volcán Ritter (1888), describió que una avalancha de escombros al entrar al mar se transforma con la distancia en facie rica en bloques después a facies distales de flujos de escombros con matriz rica en sedimentos marinos. Evidencias de este tipo de depósitos se exponen en el área y han sido reportados en un pozo profundo de PEMEX, donde alternancia de material volcánico esta intercalado con sedimentos marinos y con brechas volcánicas con matriz de sedimentos marinos. Los depósitos pueden representar evidencias de un deslizamiento submarino asociado al colapso de un área volcánica y lo cual sugiere también la probable ocurrencia de un tsunami por deslizamiento. Actualmente un deslizamiento en la zona afectaría la planta nuclear de Laguna Verde y una zona costera alrededor de Chiconquiaco Palma Sola, Tecolutla y ciudades como Veracruz.

SE09-2

NECESIDADES DE INVESTIGACION PARA IDENTIFICAR POSIBLES EVIDENCIAS DE TSUNAMIS Y SU IMPACTO EN LA COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO

Ramos Hernández Silvia, Castillejos Toledo Blanca Yareli,
García Orozco Brenda y Ramírez Herrera María Teresa
Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio
Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviaramoshernandez34@gmail.com

La región Costa de Chiapas, se encuentra expuesta a las zonas de subducción de la Placa de Cocos, por lo que es una región de alta actividad sísmica en el extenso litoral de aproximadamente 260 km, con alto riesgo de ocurrencia de tsunamis. No obstante este peligro, no se conocen evidencias de estos fenómenos y tomando en consideración que la mayor parte del poblamiento de comunidades asentadas a lo largo de la línea costera tienen menos de 70 años es que en la memoria histórica de población no se conocen los antecedentes de este fenómeno y por tanto desconoce mucho su peligrosidad. Ante ello, se han comenzado a realizar investigaciones en algunas comunidades costeras de Tonalá y Pijijiapan, por lo que se han efectuado excavaciones o pozos, para caracterizar los depósitos ahí encontrados. A la fecha se han concluido ya dos tesis de investigación cuyo propósito es realizar caracterizaciones físicas y químicas de estratos en pozos entre 1 y 3 mt de profundidad. Ante el peligro latente de actividad sísmica en las costas de Chiapas es fundamental no solamente la investigación de este fenómeno en la costa, sino también coadyuvar en la población costera, promoviendo a través de la capacitación, aprendizaje, conocimiento, preparación, mitigación y resiliencia de comunidades costeras ante este fenómeno.

SE09-3

HISTORIA Y REGISTRO SEDIMENTARIO DE TERREMOTOS Y SUS TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE OAXACA Y GUERRERO.

Cruz Alaide Selene y Ramírez Herrera María Teresa
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
ama_rmg@yahoo.com.mx

Las evidencias paleo-ambientales de cambios en el nivel de la costa y evidencias históricas y sedimentarias proporcionan información en la evaluación de sismos y tsunamis. Este estudio tiene como objetivo la búsqueda de evidencias histórico-sedimentarias de sismos por sus tsunamis en las costas de México de los grandes eventos sísmicos, con énfasis en aquellos que hayan producido tsunamis, utilizando datos históricos recopilados de informes técnicos, científicos, fuentes hemerográficas y archivos. La costa del Pacífico Mexicano es tectónicamente activa, donde en tiempos históricos se han presentado terremotos, algunos de estos acompañados de tsunamis, de magnitudes mayores o iguales a 6.5 ($M_s \geq 6.5$). Los sismos históricos estudiados incluyen el periodo de 1573 al 2012. Las costas de Oaxaca y Guerrero, documentan eventos desde 1573. Por lo menos 27 sismos de magnitudes $M_s \geq 6.5$ han producido tsunamis en las costas de Guerrero mientras que en las costas de Oaxaca se reportan siete grandes sismos con tsunamis cuyas magnitudes fueron superiores a $M_s > 6.5$. La escasez de evidencias históricas se debe a que estas zonas eran poco pobladas. Los estudios de evidencias sedimentarias realizadas al norte de la costa de Oaxaca proponen cambios repentinos de ambientes tanto terrestres y marinos. Se realizaron tres pozos exploratorios dos en marismas (SIX- 018 y SIX- 022) y uno entre cordones litorales (SIX- 021), donde se pudieron observar cambios abruptos en la sedimentación. En el pozo SIX-018 se obtuvo un testigo de 92 cm, en el pozo SIX-021 un núcleo de 97 cm y en el sitio SIX-022 un núcleo de 84 cm. Se obtuvieron resultados sobre la estratigrafía, granulometría, susceptibilidad magnética y anisotropía de la susceptibilidad magnética y micropaleontología. El análisis de datos históricos y la búsqueda de evidencias sedimentarias permitirán responder a las preguntas ¿Se resguardan las evidencias sedimentarias de sismos y tsunamis en estas costas? ¿Cuáles fueron los terremotos y tsunamis más intensos que se originaron en la zona de estudio basándose en datos históricos documentados? ¿Cuándo ocurrieron estos eventos? ¿qué frecuencia tuvieron estos eventos?

SE09-4

TSUNAMIGENIC EARTHQUAKES IN THE JALISCO-COLIMA COAST (MEXICO), THE HISTORIC RECORD AND BEYOND

Castillo Rocío y Ramírez Herrera María Teresa
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
rocasaja@yahoo.com

The complexity of tectonic setting where Rivera and Cocos plates interact with the North American plate, convergence rates increase from northwest to southeast, and earthquakes $M > 6.5$ and at least two large well-documented tsunamigenic earthquakes (3/Jun/1932 and 22/Jun/1932) motivated this study. The Jalisco-Colima section of the Mexican Pacific Coast has been sparsely populated as a result of Spanish colonialism which involved the virtually extermination of indigenous population. Since the 17th century, the Spanish Crown ordered the relocation of coastal populations as a strategy against the pirates' assaults on coastal towns. Consequently, historical data (from archives and newspapers) is poor. Thorough analysis of original documents gathered from different repositories showed that the largest earthquake reported since the Spanish conquest, occurred on June 3rd 1932 ($M=8.2$) which also generated the largest tsunami on this coast. This tsunami reached as far as Hilo (Hawaii) where it was measured instrumentally, penetrated 8 km in the Tomatlan river valley and was observed in the Pacific coast between Mazatlan (Sinaloa) and Zihuatanejo (Guerrero). However, the historic time window is not enough to determine the tsunamigenic potential of large earthquakes that occurred beyond this time frame, therefore paleoseismology and paleo-tsunami studies have been conducted in order to find geologic evidence of great earthquakes. A multi-proxy method is being applied to identify ancient earthquakes and tsunami deposits. Preliminary results are presented here highlighting the tropical environment as a major challenge for deposit preservation.

SE09-5

DESENTERRANDO SISMOS Y SUS TSUNAMIS UTILIZANDO MÚLTIPLES PROXIES - EL EVENTO DEL 22 DE JUNIO DE 1932 Y UN PROBABLE PREDECESOR DEL SIGLO 14 EN LA COSTA DEL PACÍFICO DE MÉXICO

Ramírez Herrera María Teresa¹, Corona Morales Néstor², Lagos Marcelo³, ?erný Jan⁴, Gogichaishvili Avto⁵, Machain María Luisa⁶, Carranza-Edwards Arturo⁷, Chagué-Goff Catherine¹, Goff James¹, Zawadzki Atun¹ y Jacobsen Geraldine¹

¹UNAM, Instituto de Geografía & Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental

²Centro de Estudios en Geografía Humana, El Colegio de Michoacán, COLMICH

³Laboratorio de Investigación de Tsunamis, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

⁴Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Czech Republic and Institute of Geology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic

⁵Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

⁶Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁷School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales, Sydney, Australia
tramirez@igg.unam.mx

Los depósitos de tsunami ha sido ampliamente estudiados en latitudes templadas, pero las dificultades intrínsecas asociadas a ambientes costeros tropicales, y la intensidad de la bioturbación en estos hábitats limitan las posibilidades de análisis de estas formaciones. Aquí investigamos los depósitos en la costa de Colima, México, paralela a la subducción de las placas Rivera y Cocos, con el fin de reconstruir la historia de inundación por tsunami y el peligro asociado. Desarrollamos un estudio multi-proxy dirigido a reconocer y fechar depósitos históricos y paleotsunamis, incluyendo datos históricos sobre los efectos de un tsunami conocido, cartografía geomorfológica, estratigrafía, tamaño de grano, contenido de materia orgánica, diatomeas, composición geoquímica, susceptibilidad magnética y la anisotropía magnética de la susceptibilidad, junto con la datación radiométrica (²¹⁰Pb y ¹⁴C). Se identificaron dos probables depósitos de tsunami en el estuario Palo Verde incluyendo un evento histórico asociado con el sismo Mw 6.9 del 22 de junio de 1932 y un palaeotsunami probablemente generado por un evento similar en el siglo 14. Este trabajo muestra que el método multi-proxy hace posible identificar tanto depósitos de eventos históricos como paleotsunamis en el entorno tropical de la costa del Pacífico de México. Estos datos servirán para mejorar nuestra comprensión de los depósitos de tsunami en ambientes tropicales y del riesgo regional por tsunami.

SE09-6

MODELO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE EDIFICIOS A LOS EFECTOS DE TSUNAMIS. CASO ESTUDIO: CUYUTLÁN, COLIMA.

Corona Morales Néstor¹ y Ramírez Herrera María Teresa²

¹Centro de Estudios en Geografía Humana, El Colegio de Michoacán, COLMICH

²Departamento de Geografía Física, Instituto de Geografía, UNAM
corona@colmich.edu.mx

Los desastres ocasionados por tsunamis en la última década revelan la urgente necesidad de desarrollar herramientas diagnósticas que permitan desarrollar medidas que disminuyan los niveles de vulnerabilidad de las comunidades costeras a tsunamis. En este sentido, se requieren análisis y diagnósticos capaces de proveer información a los gestores de desastres estar mejor preparados para situaciones de emergencia. En esta investigación se propone un método para evaluar el potencial nivel de daños de las construcciones frente a la fuerza hidrodinámica producida por inundaciones generadas por tsunamis. Se plantea partir con la identificación del peor escenario afectación por tsunamis en las áreas de interés (basados en datos históricos o modelos probabilísticos de condiciones sismo-tectónicas). Mediante modelación numérica simular el proceso de generación y propagación de tsunamis con el objetivo de identificar el patrón de distribución de las alturas máximas de inundación en las áreas afectadas, así como la máxima velocidad del flujo al penetrar la costa; con estos parámetros, y el empleo de métodos de álgebra de mapas, determinar la distribución espacial fuerza hidrodinámica. Por otro lado, se plantea realizar la caracterización de las edificaciones en base a sus materiales de construcción y estado de conservación; a partir de estas características, determinar los límites de resistencia a la fuerza hidrodinámica por cada tipo de edificio. Mediante el empleo del método de sobre-posición espacial, determinar la cantidad de fuerza hidrodinámica a la que estaría expuesta cada edificación y determinar un potencial nivel de afectación que podría sufrir al estar expuesto a esta fuerza. Este método fue aplicado en el pueblo de Cuyutlán, Colima, dado que en 1932 fue destruido por uno de los tsunamis de mayor magnitud que se han registrado en las costas del Pacífico Mexicano. Los resultados mostraron que cerca el 84% de las edificaciones sufrirían algún nivel de afectación. Esto implica que el 74% de los edificios empleados para uso habitacional sufrirían niveles de daño medio, que prácticamente todos los edificios empleados para actividades religiosas sufrirían serios daños, la gran mayoría de las construcciones empleadas para telecomunicaciones sería severamente afectadas, entre otros. El método aquí planteado supone una contribución en los esfuerzos por determinar los niveles de vulnerabilidad a tsunamis, si bien, no incluye todos los parámetros que implica el fenómeno del tsunami, como transporte y proyección de proyectiles (autos, restos de construcciones, materiales de desechos, rocas, arena, materiales en suspensión,

entre otros), plantea una modelo relativamente fácil de replicar para hacer valoración general de los daños que podría ocasionar en las edificaciones.

SE09-7

ESCENARIOS DE RIESGO DE TSUNAMI EN EL NORTE DE CHILE

Lagos Marcelo¹, Schmauck Franz², Carvalho Laís³, Lillo Iván¹ y Quense Jorge¹

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Laboratorio de Investigación de Tsunami

²Oficina Nacional de Emergencia Región de Arica y Parinacota

³Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología
mlagoslo@uc.cl

El 1 de abril de 2014, el terremoto de Iquique magnitud Mw 8.2, generó un tsunami menor que afectó las costas cercanas al área de ruptura. El terremoto liberó parte del presupuesto energético acumulado en la calma sísmica del norte de Chile y sur del Perú; confirmando la permanente amenaza de tsunami en una región con un pasado de grandes y destructivos tsunamis. Ante la posibilidad de activación de parte o todo el segmento que no se ha desplazado en la zona de contacto entre la placa de Nazca y Sudamericana, se proponen potenciales escenarios de peligro de tsunami, estimando mediante técnicas de modelación numérica, áreas de inundación, parámetros hidrodinámicos máximos y tiempos de arribo de tsunami; como inputs para evaluar exposición y vulnerabilidad de la población. Los resultados se aplican en la ciudad de Arica, Chile, como información de base para proponer medidas de mitigación, desarrollar planes de respuesta efectivos y manejar adecuadamente potenciales emergencias, disminuyendo el riesgo de desastre por tsunami.

SE09-8

PERCEPCIÓN DE RIESGO DE TSUNAMI EN LA CALMA SÍSMICA DEL NORTE DE CHILE: ¿COMUNIDADES PREPARADAS O ILUSIÓN DE INVULNERABILIDAD?

Carvalho Laís¹, Lagos Marcelo² y Schmauck Franz³

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología

²Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Laboratorio de Investigación de Tsunami

³Oficina Nacional de Emergencia Región de Arica y Parinacota
lcarvalho@uc.cl

El riesgo de tsunamis es permanente en las costas de Chile. Recurrentes terremotos de gran magnitud son su principal causa. Independiente de ello, las poblaciones costeras y el Estado de Chile, históricamente han subestimado el peligro de tsunami, incrementando la exposición de las comunidades, con localización de viviendas e infraestructura crítica en áreas potencialmente inundables. Considerando que por décadas el norte de Chile está a la espera de un terremoto generador de un gran tsunami, se podría asumir que estas comunidades están familiarizadas con este riesgo. Sin embargo, el conocer no necesariamente conduce a conductas de prevención. En esta investigación planteamos como hipótesis, que la familiaridad con el tema tsunami sumado a la falta de tsunamis frecuentes o la ocurrencia de tsunamis no peligrosos para las personas (Ej. tsunami del 1 de abril de 2014), podrían, conducir a respuestas adaptativas eliminadoras del peligro, tales como optimismo no realista y resistencia, formándose un sistema de actitudes que podría disminuir la percepción del riesgo. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la percepción de riesgo de tsunami en la ciudad de Arica, representativa por su pasado de grandes terremotos en el norte de Chile. La metodología utilizada consistió en la aplicación de encuestas personales estructuradas en 66 afirmaciones dicotómicas divididas en tres ejes de evaluación: cognición, afecto y comportamiento. Considerando el total de 66.971 habitantes de sectores bajo la altitud 30 m, el tamaño de muestra de 382 encuestas garantizó un nivel de confianza de 95%. Los participantes fueron seleccionados aleatoriamente en dos fases realizadas en marzo de 2014, con encuestas en terreno puerta a puerta y en formato digital, ambas con difusión en el periódico local. La interpretación general del total de encuestas realizadas permite afirmar que existe conocimiento de temas relacionados con el riesgo de tsunami, sin embargo, este conocimiento incluye una proporción de ilusión de invulnerabilidad. Se debe considerar que el evento del 1 de abril de 2014, podría haber influenciado esta ilusión, ya que el terremoto magnitud Mw 8.2, no generó un tsunami destructivo para los habitantes. A nivel afectivo la población se encuentra vinculada al lugar donde vive, lo que les permite aceptar el riesgo percibido cognitivamente. Las conductas auto reportadas confirman apenas en parte el conocimiento del riesgo, demostrando una necesidad de fortalecer la preparación para la prevención de potenciales emergencias. Al respecto, se destaca la valoración asignada por la muestra a acciones educativas y sociales como modos de conocer, prevenir y responder a la emergencia, en una necesidad latente auto-reportada de aprender. Como conclusión, confirmamos que la familiaridad con el tema tsunami sumado a la falta de eventos peligrosos frecuentes, puede conducir a un sentimiento de invulnerabilidad de la población, el cual debe ser trabajado desde los potenciales diagnosticados en la relación de dicha población con su ambiente, de modo de fortalecerla en la convivencia con el riesgo de tsunami.

SE09-9

CLASIFICACIÓN DE TSUNAMIS MARINOS EMPLEANDO UNA ESCALA NOMINAL

Reyes Hernández Francisco¹ y Salas de León David Alberto²¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
nezatlense@live.com.mx

En la actualidad, el desconcierto de gran parte de la población cuando se enteran de la vigencia de una alerta internacional de tsunami resulta evidente. La comunicación empleando las nuevas tecnologías de la información (por ejemplo las redes sociales) son un factor que fomenta las especulaciones de escenarios extremos confusos, tanto de pánico como de indiferencia. Para que los integrantes de una comunidad logren entender los escenarios probables ante este riesgo (y puedan actuar de manera asertiva cuando la situación lo amerite), se propone condensar la información de algunos tsunamis que ya ocurrieron. Por ello se sugiere el empleo de una escala nominal para tsunamis marinos (y su zona litoral), considerando cinco niveles: 1. Microtsunamis, 2. Minitsunamis, 3. Mesotsunamis, 4. Macrotsunamis y los eventos mayores 5. Megatsunamis. Además se toman en cuenta dos factores: la fuente generadora del tsunami (detonador) y la zona de influencia donde se logró registrar el evento: puntual, contigua, vecinal, interoceánica y transoceánica. Los tsunamis elegidos se presentan en dos grupos: Si el detonador es de origen sísmico se incluyen los procesos del 11 de marzo de 2011 (Japón), 27 de febrero de 2010 (Chile), 12 de enero de 2010 (Haití), 26 de diciembre de 2004 (Indonesia), 9 de octubre de 1995 (México) y del 22 de mayo de 1960 (Chile). Para tsunamis cuya fuente generadora no es la actividad sísmica se consideran los eventos Soufrière Hills en 2003 (Montserrat), Fatu Hiva en 1999 (Polinesia Francesa), Puerto Morelos en 1993 (México), Lituya Bay en 1958 (Alaska), Krakatoa en 1883 (Indonesia) y Chicxulub en límite geológico Cretácico – Paleógeno.

SE09-10

THE RIVER NETWORK - A TOOL TO IDENTIFY ACTIVE TECTONICS ON THE FOREARC REGION OF THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE, SOUTHWEST MEXICO

Gaidzik Krzysztof¹, Ramírez Herrera María Teresa², Kostoglodov Vladimir³ y Basili Roberto²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, Palermo
gaidzik@igg.unam.mx

Rivers, their profiles and network reflect the integration of multiple processes and forces that are part of the fundamental controls on the relief structure in tectonically active mountain regions. Currently, most studies use river channel and basin morphometric indices to determine tectonic activity of mountain fronts, however only few combine these geomorphic data with structural analysis. Thus, the motivation of this study is to understand active tectonic processes in the forearc region of subduction zones, by distinguishing evidence of active deformation using the river network and topography, and correlating them with results of structural analysis. Our study focused on fifteen drainage basins on the mountain front between Zihuatanejo and Acapulco, parallel to the Guerrero sector of the Cocos plate subduction zone. Previous studies have analyzed regional and local faults in this region, but have not attempted to determine their recent activity. Our results suggest that the drainage pattern within the studied area is strongly controlled by tectonic features, whereas lithology is only a subordinate factor, with only one exception. Generally, major rivers flow from north to south, mainly through NE-SW and NNE-SSW normal faults and/or sub-longitudinal dextral (also locally sinistral) strike-slip faults. In the central and eastern part of the studied area, rivers also follow NW-SE structures, which are generally normal or sinistral strike-slip faults (rarely reverse). In most cases, local deflections of the river main courses are related to sub-latitudinal strike-slip faults, both dextral and sinistral. Our analysis suggests that sub-latitudinal left lateral strike-slip faults are probably active because they are offsetting the main stream courses of the largest river basins. The small number of focal mechanisms associated to these faults is not an indication of absence of activity. Therefore we hypothesize that these faults are probably active, perhaps either experiencing slow events or associated fault creep, or they have a long earthquake recurrence beyond the instrumental record. Further studies are needed to confirm this hypothesis.

SE09-11

PAISAJE SISMICO EN TEREMENDO, MICHOACAN Y SU RELACION CON LA SISMICIDAD EN EL SISTEMA DE FALLAS MORELIA – ACAMBAY

Soria Caballero Diana Cinthia¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²UMSNH
dianscc@hotmail.com

La zona de Teremendo se ubica en el municipio de Coeneo, 30 km al noroeste de la ciudad de Morelia en el estado de Michoacán. Su formación está relacionada con los pulsos de actividad volcánica del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano

desde épocas miocénicas y especialmente con la última fase de vulcanismo que conformó el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato. Adicionalmente, esta zona es afectada por tres familias de fallas de direcciones E-O, NW-SE y NE-SW, las últimas dos familias pertenecen a fallas heredadas por la tectónica Basin and Range, mientras que la primera se relaciona al Sistema de Fallas Morelia-Acambay, cuyo régimen de esfuerzos se estableció durante el Plioceno y continúa hasta la actualidad, manifestado como una deformación transensiva con un componente de deslizamiento lateral izquierdo. Para algunas de las fallas en la zona norte del estado de Michoacán se han calculado índices de deslizamiento de 0.01 hasta 0.5 mm al año, mientras que los índices de recurrencia caen en el orden de 103 y 104 años. A pesar de la actividad sísmica histórica del SFMA, son muy escasos los registros de eventos sísmicos hacia la zona de Teremendo, pero estudios recientes sugieren que los segmentos que conforman el SFMA tienen una potencialidad sísmica a considerar. El relieve del área de Teremendo es una expresión de vulcanismo efusivo y explosivo y muestra estructuras construidas mediante episodios sucesivos de esta actividad en depósitos de materiales de tipo andesíticos, basálticos y dacítico-riolíticos, intercalados con paleosuelos. Los cambios en la altitud del relieve son un reflejo de la acumulación de material volcánico sobre las planicies lacustres del paleolago de Cuitzeo y el posterior basculamiento de bloques por actividad del SFMA. El desarrollo moderado del drenaje y la apariencia poco suavizada del relieve, indica poco intemperismo y geoformas relativamente recientes, concordando con la edad asignada para esta zona del Neógeno al Reciente. La influencia del SFMA sobre el paisaje se refleja en la alineación del emplazamiento de los materiales volcánicos, la modificación del drenaje (alineamiento de cauces, canales decapitados), el alargamiento de las geoformas en dirección de la máxima extensión, formación de valles colgantes, así como de altos y bajos estructurales (horst-graben), entre otros. El trabajo paleosísmico realizado en uno de estos segmentos sugiere una actividad constante desde épocas pleistocénicas, afectando inclusive secuencias de suelo actuales. A escala regional se ha relacionado con el colapso de la cima de un volcán semiescudo y el desplazamiento del cráter de un volcán tipo maar en la zona.

SE09-12

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DE RASGOS SUPERFICIALES ASOCIADOS A FALLAS ACTIVAS EN EL GRABEN DE ACAMBAY

Arango Galván Claudia¹, Lacan Pierre² y Sánchez Ramos Sergio³¹Instituto de Geofísica, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM³Facultad de Ingeniería, UNAM
claudiar@geofisica.unam.mx

El graben de Acambay (Estado de México) ha sido objeto de estudio desde que en sus inmediaciones se generó un sismo de magnitud 6.9 el 19 de noviembre de 1912, causando innumerables pérdidas. En fechas recientes, se han retomado los trabajos para determinar el potencial sismogénico de las fallas que lo conforman, incluyendo estudios de exploración geofísica. En este contexto se presenta este estudio, cuya intención es mostrar la aplicabilidad de las técnicas eléctricas y electromagnéticas someras para caracterizar la variación de la resistividad eléctrica asociada a la presencia de discontinuidades superficiales. En una de las localidades seleccionadas, en donde posteriormente se planea realizar la excavación de una trinchera paleosismológica, se implementó una prospección con el método electromagnético de bajo número de inducción (EMI), con una separación entre bobinas de 2 y 4 m respectivamente. El objetivo primordial fue caracterizar la parte más superficial del subsuelo y evaluar la continuidad de una grieta reportada durante la verificación de daños en las inmediaciones de la zona por la ocurrencia del sismo mencionado. Gracias a los resultados obtenidos, se observó la presencia de una discontinuidad lateral, tanto en los mapas de conductividad aparente como en los mapas de la componente en fase. Dichos resultados sugieren que la traza de la falla buscada se encuentra desplazada unas decenas de metros en comparación a lo reportado previamente. En la segunda localidad, se implementó una línea de tomografía de resistividad eléctrica (ERT) con una apertura de 2 m entre electrodos, con el objetivo de conocer la configuración a profundidad del relleno sedimentario así como ubicar la discontinuidad lateral originada por una falla estudiada en una campaña paleosismológica previa. En este sentido, los resultados obtenidos fueron satisfactorios pues el contraste vertical entre el relleno sedimentario y el macizo rocoso de origen volcánico originado por la presencia de la falla fue evidente en la imagen geoelectrónica. En conclusión, la contribución de los resultados obtenidos es sustancialmente importante ya que con base en las imágenes obtenidas es posible optimizar la planeación de posteriores estudios paleosismológicos para la caracterización detallada de las estructuras citadas y, eventualmente, contribuir en la estimación del potencial sismogénico de las mismas.

SE09-13

SISMOGÉNESIS DE DOS FALLAS ESTRUCTURALMENTE CONTRASTANTES: LAGUNA SALADA VS. BORREGO, SIERRA CUCAPAH, BAJA CALIFORNIA

Hernández Flores Ana Paula¹, Fletcher John¹, Rockwell Thomas¹, Teran Orlando¹, Spelz Ronald², Mueller Karl⁴, Akciz Sinan⁵, Scharer Kate⁵ y Meneses Elias³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²San Diego State University, SDSU

³Universidad Autónoma de Baja California, UABC

⁴University of Colorado Boulder

⁵University of California Los Angeles

⁶USGS

ahernand@cicese.edu.mx

En este estudio, basado en numerosas mediciones cinemáticas, geomorfológicas y paleosismológicas, comparamos y contrastamos el comportamiento sismogénico entre dos sistemas de fallas con características estructurales distintas, el primero es un sistema simple de una falla Laguna Salada y el segundo es un sistema complejo integrado por múltiples fallas denominado Borrego. Los dos fueron activados en sismos consecutivos de Mw 7.2 (Laguna salada en 1892 y Borrego en 2010). El sistema Laguna Salada presenta transporte tectónico hacia el WNW, está definido por la falla Laguna Salada consiste de una traza casi lineal con rumbo 300° y una orientación subvertical. Este sistema controla la topografía local, es decir, el levantamiento de la Sierra Cucapah (75-6 km) así como la subsidencia de la cuenca Laguna Salada (74km). La componente de cizalla lateral derecha excede 10km. En contraste, el sistema Borrego acomoda transporte tectónico hacia el ESE y tiene una configuración imbricada de al menos tres fallas con cambios abruptos en orientación, varían en rumbo de 290° a 010° y los buzamientos varían de 90° hasta 20°. La mayoría de los segmentos de fallas involucrados no ejercen un gran control en la topografía y están distribuidas a lo largo del flanco oeste de la sierra con el eje de montañas más elevadas en su bloque de techo, por lo que su movimiento relativo es antitético a la topografía. El desplazamiento finito que acomodan varía entre (74-10km). Las principal diferencia la determinamos gracias al registro estratigráfico expuesto en las trincheras excavadas en ambos sistemas, donde los eventos identificados los fechamos usando las técnicas C14, OSL y U-series dependiendo el tipo de material. En Laguna Salada la estratigrafía está integrada por una secuencia de depósitos lacustres, fluviales y eólicos que evidencian cuatro eventos: 2010, 1892, ~1.95ka y ~4.9ka. En Borrego la estratigrafía consiste en conglomerados de las superficies aluviales Q5 (Holoceno) y Q6 (Pleistoceno tardío). Identificamos 3 eventos: 2010, ~20ka y ~30ka. Estos datos indican una diferencia en los intervalos de recurrencia de los dos sistemas: 1ka para el sistema Laguna Salada vs. 10ka para el sistema Borrego. Entonces se concluye que las grandes diferencias estructurales están reflejados en una diferencia de intervalos de recurrencia de casi un orden de magnitud. Sin embargo, el sistema de falla Laguna Salada es activado en ambos ciclos sísmicos.

SE09-14

ESTIMACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN EL CENTRO DE BAJA CALIFORNIA: UN MODELO CONSISTENTE ENTRE LAS REGIONES DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y LA PENINSULAR

Ortega Roberto¹, Carciumaru Dana², Quintanar Luis³ y Rubio Reynaldo⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ORIBIS CONSULTORES

³UNAM

⁴Instituto Tecnológico de La Paz
ortega@cicese.mx

En este trabajo se presenta un estudio probabilístico de peligro sísmico en la parte central de la Península de Baja California la cual comprende principalmente la región de la Reserva de la Biosfera del Vizcaino. Esta zona ha sido poco estudiada debido a su baja densidad de población. Sin embargo, en esta parte de la península se han registrado las mayores aceleraciones de Baja California Sur de los últimos 15 años. Se observa que en esta región las fallas transformes son de mayor importancia para periodos de recurrencia cortos (< 1000 años) mientras que las fallas peninsulares controlan el peligro para periodos altos (>1000 años). Los resultados muestran que es importante conocer la localización de las fallas activas especialmente en el valle del Vizcaino, donde los espesores sedimentarios cubren su localización. Se propone escoger periodos de recurrencia a partir de la información geológica. Además, se describe la dificultad de conciliar los modelos Gutenberg-Richter y Característicos debido a que el modelo Característico no puede ser expresado con una distribución de Poisson para periodos típicos de los mapas de peligro sísmico en esta zona debido a que en general las fallas Cuaternarias tienen recurrencias de decenas de miles de años, mientras que los mapas están representados en pocos cientos de años. La alternativa que se presenta es simple y se recomienda para la toma de decisiones en la construcción de estructuras esenciales (Tipo A), la cuál debe usar como periodo de retorno del mapa cuando menos aquél que corresponda a un ciclo del modelo de la falla característica más cercana al sitio de estudio. De otra forma los mapas de peligro sísmico se encuentran sub-valorados a pesar de que se apliquen factores de seguridad en el diseño.

SE09-15

UN NUEVO ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE PELIGRO SÍSMICO EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Bayona Viveros José Antonio, Suárez Reynoso Gerardo, Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón y Jaimes Téllez Miguel Ángel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
nato92@ciencias.unam.mx

La Faja Volcánica Transmexicana es el arco volcánico localizado en la región central de México. Esta zona no es sísmicamente tan activa como otras regiones en México, tales la zona de subducción a lo largo de la costa del Pacífico mexicano o la península de Baja California. Sin embargo, existe evidencia de grandes sismos históricos ($M > 7$) que han ocurrido a distancias próximas a ciudades tan densamente pobladas como la Ciudad de México, Guadalajara y Morelia. Además, casi 50% de la población del país vive en ciudades y comunidades localizadas en el cinturón volcánico. Usando regresiones empíricas de magnitud-intensidad, calibramos datos obtenidos a partir de descripciones históricas de sismos con datos instrumentados para determinar su magnitud de momento y, de este modo, crear un catálogo sísmico completo de esta provincia geológica. Proponemos una metodología para resolver el problema de correlacionar ambos tipos de registros. El método consiste en dividir nuestra base de datos en tres diferentes segmentos, de acuerdo a la temporalidad y magnitud de nuestros registros. Tal segmentación fue realizada considerando la magnitud de corte de nuestro catálogo. En este sentido, determinamos tres diferentes distribuciones Gutenberg- Richter y las correlacionamos geométrica y estadísticamente. Finalmente, con base en la localización espacial de fuentes sísmicas en la región, y usando estadística Bayesiana así como modelos adecuados de atenuación de ondas sísmicas, generamos mapas de peligro sísmico que podrían resultar de suma utilidad para más de 40 millones de personas que viven en la zona.

SE09-16

PSM2012: APLICACIÓN WEB PARA LA DIFUSIÓN Y CONSULTA DE DATOS DE PELIGRO SÍSMICO

Leonardo Suárez Miguel y Ordaz Schroeder Mario
Instituto de Ingeniería, UNAM
mleonardosuarez@gmail.com

Se presenta una aplicación Web denominada PSM2012, desarrollada con el objetivo principal de poner a disposición de especialistas y del público en general, una herramienta útil que les permita difundir y consultar de manera eficaz datos de peligro sísmico de un determinado sitio, país o región, a través de mapas de peligro sísmico, curvas de tasas de excedencia y espectros de peligro uniforme. Para permitir que el usuario interactúe de manera intuitiva con la información, se desarrolló una interfaz gráfica basada principalmente en una herramienta de mapeo Web denominada BingMaps, la cual provee de mapas satelitales de todo el mundo con diversa información temática (estaciones de metro, hospitales, escuelas, aeropuertos, carreteras, calles, autopistas, etc.) que facilita al usuario poder ubicar sitios de interés para los cuales desea conocer el peligro sísmico. Para poder visualizar los mapas de peligro sobre la herramienta BingMaps, se desarrolló un algoritmo para crear dichos mapas basados en el formato BingMaps Tile System desarrollado por Microsoft®. Para comprobar el funcionamiento de la aplicación PSM2012, se integraron en ella, mapas y mallas de peligro sísmico de la República Mexicana, Acapulco, Oaxaca y DF, los cuales fueron creados para veinticinco ordenadas espectrales (Te) comprendidas entre 0.01 y 5.0 segundos, asociadas a nueve periodos de retorno (Tr) correspondientes a: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 y 5000 años. Los datos publicados (mallas y mapas) fueron obtenidos de la evaluación probabilística de peligro sísmico que se llevo a cabo con el programa CRISIS 2012 Ver 1.0, para las regiones antes mencionadas. Para poder visualizar los datos de peligro sísmico publicados en este trabajo a través de la aplicación PSM2012, solo es necesario introducir la siguiente dirección electrónica en algún navegador de internet de uso común (Explorer, Firefox, Chrome): <http://www.ern.com.mx/SISTEMAS/PSM2013/PSM2012.html>.

SE09-17 CARTEL

ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN COSÍSMICA (SISMITAS), INDICADORAS DE ACTIVIDAD SÍSMICA RECIENTE EN EL CENTRO DE MÉXICO

Velázquez Bucio María Magdalena¹, Garduño Monroy Victor Hugo² y Benente Luigi¹
¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
²Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH
magda_vb@yahoo.com.mx

En cuencas lacustres ubicadas bajo un contexto tectónicamente activo, el efecto de los choques sísmicos por movimientos de fallas se registra en los sedimentos como estructuras de deformación cosísmica (sismitas), cuya distribución espacial y grado de perturbación permite deducir el grado de actividad y la proximidad epicentral. Sismitas identificadas en el centro de México, sugieren eventos sísmicos de magnitud moderada a fuerte ($M \geq 5$), ocurridos durante el Cuaternario. Las estructuras han sido identificadas mediante la aplicación y análisis de la estratigrafía cosísmica en los sedimentos lacustres de las cuencas de Acambay, San Pedro El

Alto e Ixtlahuaca, las dos primeras afectadas por fallas normales pertenecientes al sistema de fallas Morelia – Acambay, de orientación preferencial E – O e Ixtlahuaca, con influencia de la falla Perales, de orientación NO - SE como principal fuente sismogénica. La actividad de las estructuras es reflejada además en el paisaje sísmico propio de la región. La deformación sinsedimentaria exhibe importante distribución areal en cada una de las cuencas, representada por estructuras correspondientes a slumps, pseudonódulos, diques, estructuras en almohadilla, diapiros, grietas rellenas con material reciente; todas éstas significan una valiosa herramienta para la caracterización de parámetros tales como magnitud, área afectada y edad de los eventos ocurridos, lo cual a su vez aporta guías para calcular periodos de recurrencia y para la evaluación del peligro sísmico del centro del país.

SE09-18 CARTEL

ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO Y EFECTOS SOBRE LAS PRESAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

Ortega Roberto¹, Carciumaru Dana² y Quintanar Luis³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²ORBIS

³UNAM

ortega@cicese.mx

Se presenta un estudio de Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico (PSHA) en la parte sur de la Península de Baja California, México y sus efectos sobre las presas de esta zona. En este estudio se analiza la contribución de los segmentos de fallas Cuaternarias incluyendo dos fallas que algunos autores consideran inactivas: La Paz y San José. Además las presas más importantes en la zona son: La Buena Mujer, Santa Inés y La Palma, esta última se encuentra en la etapa final de su construcción. Se compararon los valores de pico de aceleración del suelo (PGA) para 50, 100 y 200 años a los 10, 5 y 2% de excedencia. Llegamos a la conclusión de que es importante incluir todas las fuentes sísmicas en la evaluación del peligro cuando se analiza el peligro sísmico con motivos de ingeniería. Sin embargo, es necesario realizar estudios paleosísmicos en esta región debido a que muchas estructuras importantes se encuentran cerca de las fallas estudiadas.

Sesión Especial

Slip on subduction interfaces

Organizadores:

Allen L. Husker

Victor Manuel Cruz Atienza

SE10-1

CHARACTERISTIC REPEATING SEQUENCES ALONG THE SUBDUCTION OF THE COCOS PLATE. EVALUATION OF THE SLIP BUDGET ALONG THE SEISMOGENIC ZONE

Dominguez Ramírez Luis Antonio¹ y Taira Taka'aki²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²University of California Berkeley

ladominguez@ucla.edu

Evaluation of the spatial and temporal variation using repeating earthquake activities provide a unique tool to estimate the aseismic fault slip and seismic coupling at frequently inaccessible seismogenic depths. Repeating earthquakes are sequences of events that are thought to rupture the same asperity and thus provides nearly identical waveforms. The number of times the earthquake repeated puts constraints on the relative aseismic slip rate surrounding the repeating event asperities. We systematically examine 14 years of seismic data (from 2001 through 2014) to identify repeating earthquakes along the subduction of the Cocos plate. Our study evaluates the slip budget at the interface, and the contribution of transient phenomena such as slow slip events to the earthquake cycle. We find ~50 clusters of repeating earthquake sequences (magnitude ranges from 3.5 to 4.2) located near the edges of the rupture zones for the past M=7 earthquakes (1995, 2012) in which Mw~7.0 slow slip events occur. We discuss the possible implications and needs for future deployments along the Middle America trench both inland and offshore. Understanding the different components of the aseismic slip budget is a key factor to pinpoint areas where large megathrust earthquakes nucleate and consequently better assess the seismic hazard.

SE10-2

SLIP DISTRIBUTION OF THE APRIL 18TH, 2014, MW 7.2, PAPANOA EARTHQUAKE AND IT'S RELATION TO THOSE OF PREVIOUS EVENTS IN THE REGION

Hjörleifsdóttir Vala¹, Singh Shri Krishna¹, Cruz-Atienza Víctor M.¹ y Ji Chen²¹Instituto de Geofísica, UNAM²Department of Earth Science, UCSB
vala@geofisica.unam.mx

The April 18th, 2014, Mw 7.2, Papanoa earthquake broke the Middle America Subduction Zone, along a section between Zihuatanejo in the west and Papanoa in the east, a total of ~50 km. Substantial damage was observed in the towns of Papanoa, Petatlan and Tecpan. We map the distribution of slip on the fault plane produced by the earthquake using teleseismic seismograms recorded on global networks as well as near-field accelerograms from the networks of the National Seismological Service and the Engineering Institute of UNAM. Rupture initiated about 6 km north of Papanoa and during the first few seconds it propagated towards the north, with around 2 m of maximum slip over an area of 25 by 20 km. After about 10 s, a second patch to the west, between Petatlán and Zihuatanejo, started breaking with 1.6 m of maximum slip over a slightly smaller area. Although the rupture clearly propagated from east to west through two main slip patches, whether the patches are connected with an area of small or no slip, cannot be resolved by the inversion. The absolute location of the two patches depends almost entirely on the hypocenter location. Using the hypocenter determined by first motion directions at near-field stations, the center of the first slip patch is all under land to the north of the town of Papanoa. The second patch is all off-shore, with its westernmost end almost reaching the town of Zihuatanejo. The first slip patch partly falls within the aftershock area of the 1979, M7.6, Petatlán earthquake, and the second patch similarly has a partial overlap with the Sept 20th 1985, Mw 7.5 event (aftershock of the great 1985 Michoacán earthquake). As the two areas of large slip seen in this event only partly overlap with the rupture area inferred from aftershocks for the previous events in this region, we infer that the slip did not occur on asperities that are consistent over time.

SE10-3

Tsunami Modeling of Recent Earthquakes in Mexico

Ruiz-Angulo Angel y Hjörleifsdóttir Vala

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

angel@atmosfera.unam.mx

Tsunamis are a real threat to the Mexican coast, with 20 tsunamis documented in the last century (Devora & Farreras, 1993) and a mega tsunami documented in 1787, with an estimated run up of 6 km (García Acosta and Suárez, 1996). In the last years there have been important advances in tsunami modeling, with new algorithms being able to simulate the wave propagation while simultaneously accounting for bottom friction as well as wet and dry elements. In this study we simulate tsunamis in Mexico using the freely available tsunami modeling tool Geoclaw. Geoclaw solves the nonlinear shallow water equations using finite volume methods and adaptive mesh refinement. To accurately account for the earthquake source we use finite slip models estimated from local and teleseismic waveforms when available. We are in the process of modeling the tsunami propagation and run-up for two recent earthquakes in Mexico, the 2012 Ometepe and the 2014 Papanoa earthquakes, as

well as hypothetical much larger events. We will present our most recent advances during the meeting.

SE10-4

AN OCEAN-BOTTOM GEODETIC AND SEISMIC NETWORK FOR ASSESSING THE MEGAEARTHQUAKE AND TSUNAMI HAZARD POTENTIALS ALONG THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE

Ito Yoshihiro¹ y Cruz-Atienza Víctor M.²¹Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University²Instituto de Geofísica, UNAM

ito.yoshihiro.4w@kyoto-u.ac.jp

Most of subduction zones involve a tsunami hazard potential. Although large tsunami records, such as sedimentary deposits along the coast and ancient documents, are seldom available and constrained to limited regions worldwide, the tsunamigenic earthquakes potential cannot be underestimated. Tsunamigenic earthquakes occur as a result of slow stress accumulation due to long-term plate motion, which can be monitored by geodetic and seismic observations. In other words, geodetic and seismic data recorded in the interseismic period is useful to estimate the tsunami hazard potential in a given region. Toward the evaluation of such hazard potential and the mitigation of the associated risk across the Guerrero seismic gap, in the present proposal we focus on several questions regarding the seismic coupling in the region during the occurrence of Slow Slip Earthquakes (SSE) and the inter-SSE period: What the seismic coupling is in the plate interface near the trench during a SSE? (i.e. is it locked or creeping?) What the slip rates are near the trench? Does slow slip penetrate offshore regions close to the trench? What are the implications in the Guerrero seismic gap? What is the probability of occurrence of a megaequake all across the gap? To answer these questions, we propose to develop an ocean bottom network of ocean-bottom seismometers (OBS) and pressure recorders (OBP) above the Guerrero gap and across the Middle American trench. Recently, many ocean bottom seismic and geodetic instruments, such as OBS, OBP, GPS/Acoustics positioning system had been deployed around Japan. Specifically, in the Japan Trench, both SSE and tectonic tremor were observed using OBSs and OBPs before the occurrence of the large 2011 Tohoku-Oki earthquake. They were observed at the shallowest portion of the plate interface near the trench, where the slip of the mainshock exceeded 50 m. In particular, OBP played a key role in the study because OBP recorded preseismic crustal deformations such as uplift/subsidence produced by the SSE. These results encourage us to deploy the network in Guerrero and suggest that OBP and OBS instruments will provide important information to better understand the seismic coupling and tsunamigenic potential in that segment of the Mexican subduction zone.

SE10-5

MYSTERIOUS SSE OF THE GUERRERO LAND

Kostoglodov Vladimir¹, Cotte Nathalie², WalpersdorfAndrea², Husker Allen¹ y Santiago José Antonio¹¹Instituto de Geofísica, UNAM²Institut des Sciences de la Terre, Grenoble, France
vladi@unam.mx

Aseismic slow slip events (SSE) are happening periodically in the Guerrero segment of Mexican subduction zone with an interval of about four years. Since the first SSE recorded by permanent GPS station in 1998 there were four more large slow slip events with equivalent magnitudes Mw > 7.0. The last 2014 SSE has started in January and should cease in October of this year if the SSE in Guerrero obeys the slip predictable model. The 2014 SSE is unusually fast comparing with all previous events, and a series of large subduction thrust earthquakes (Mw 7.2, 6.4, 6.1) in April-May in the NW part of the Guerrero subduction zone could be triggered by this slow slip. SSEs perturb the records of all GPS stations in Guerrero, nevertheless a number of GPS have more than 10 years of continuous data that makes it possible to estimate a log-term trend of the displacement at each such GPS site. The secular GPS velocity vectors are oblique to the Meso-American trench and the along-trench (lateral) velocity components are abruptly diminished to the north by 4-5 mm/year across the area of Chacalapa fault zone (CFZ). This velocity drop can be interpreted as a partitioning of the relative convergence between the Cocos and North America plates with a sinistral motion of a forearc sliver. While the origin and physical mechanism of the subduction slow slip events (SSSE) are still not well known, the SSSE in Guerrero could be accompanied by the strike-slip SSE on the Chacalapa Fault, akin to the SSE on the San Andreas Fault. An analysis of the long GPS displacement records in Guerrero shows that during the inter-SSSE periods the Chacalapa Fault is probably locked, and the shear rate across it is about of 2.0-2.5 mm/year but during the SSSE episodes in 2002 and 2006 there are sudden reverse changes of the motion on the fault, which may be understood as the SSSEs on the CFZ. The subduction zone in Guerrero is probably a unique region where two different types of SSE are occurring together, and this fact makes the mystery of the SSE in Mexico even more challenging. This study was supported by PAPIIT IN110514 grant.

SE10-6

AN OVERVIEW OF NON-VOLCANIC TREMOR AND NEW FINDINGS FROM LOW FREQUENCY EARTHQUAKES IN GUERRERO, MEXICO

Husker Allen, Frank William, Kostoglodov Vladimir, González Guillermo, Shapiro Nikolai y Cruz-Atienza Víctor M.
Instituto de Geofísica, UNAM
 allen@geofisica.unam.mx

Non-volcanic tremor (NVT) in Mexico has a complicated behavior. All tremors occur close to the plate interface at 40 km depth. The area of tremor activity has been divided into 3 zones. The transient zone located at the corner of the slab when it first bends up at 40 km depth (~130 km – 165 km from the trench). The buffer zone, which has very little NVT and is located ~165 km – 190 km from the trench. Then down dip the Sweet Spot follows that has the overwhelming majority of NVT and is located ~190 km – 245 km from the trench. Previous studies have shown near continuous NVT within the Sweet Spot with large bursts of activity about 3 - 5 times a year called NVT episodes. During the NVT episodes the tremors also occur closer to the trench. Low frequency earthquakes' (LFE) studies show that during an NVT episode LFE streaks are seen in the Sweet Spot that travel trench perpendicular at speeds of 10's km/hr. They move both towards and away from the trench. They also invade the buffer zone each time the streak moves in towards the trench and returns, however the number of LFE's is far fewer than when they are in the Sweet Spot. After several days LFE's are found within the transient zone, however they do not appear to streak or be related to the streaks in the other zones. These episodes have been found to correlate with small slip seen on the GPS record and are considered small, short-term slow slip events (small SSE). The Sweet Spot also has a near continuous amount of smaller bursts that do not cross into the buffer zone or provoke LFE's in the transient zone. The large, long-term slow slip events (SSE) that occur approximately every 4 years in Guerrero provoke a very large number of NVT episodes within these same zones. The LFE's, however, farthest from the trench show no difference in their rate during the majority of the SSE. The closer the LFE's are to the trench the more they are found to occur in separate bursts or episodes. This observation has suggested that the NVT closer to the trench follows a more stick-slip type model; while further from the trench it is more continuous. In the last stage of the SSE, the number of LFE's declines dramatically with the greater the decline the further the distance from the trench. Assuming a hypothesis that the origin of SSE, NVT, and LFE is related with reduced pore pressure on or in the vicinity of the plate interface, the activity, location and migration of these seismic phenomena may provide important information on the fluid migration.

SE10-7

NONVOLCANIC TREMORS AND INTRASLAB FLUID MIGRATION IN GUERRERO, MEXICO, DURING SLOW SLIP TRANSIENTS

Cruz-Atienza Víctor M., Husker Allen, Villafuerte Carlos, Caballero Emmanuel, Legrand Denis y Kostoglodov Vladimir
Instituto de Geofísica, UNAM
 cruz@geofisica.unam.mx

Observations in different subduction zones have suggested that overpressured fluids close to the plate interface may be related to the origin of nonvolcanic tremors (NVT) and low frequency earthquakes (LFE). One condition for a causal relationship to exist between fluids and such seismicity is their spatial collocation. Fluids at nearly lithostatic pressures within the top few kilometers of the oceanic crust have been inferred in several subduction zones, including the province of Guerrero, Mexico. However, NVT hypocentral depths in this region have been poorly resolved so that casualty could not even be tested as a hypothesis. In this work, we report NVT relocations from a 3-year-catalog in Guerrero that includes the period of the Slow Slip Earthquake (SSE) of 2006. We used a new location technique called the "Tremor Energy and Polarization" (TREP) method (Cruz-Atienza et al., JGR, 2014), which jointly determines the source location and focal mechanism of sustained tremor signals by simultaneously inverting (1) the energy spatial distribution, (2) the energy spatial derivatives, and (3) the azimuthal direction of the particle motion polarization ellipsoid. In agreement with previous works, NVT epicentral locations concentrate between 200 and 230 km from the trench and then migrate ~40 km trenchward during the occurrence of the SSE. However, unlike earlier investigations, most NVT hypocenters lie at 43 km depth near the plate interface and have subparallel rake angles to the Cocos plate convergence direction. These results are consistent with independent locations and mechanisms of LFE in the region and allow us to examine the casualty hypothesis mentioned above. Poroelastic modeling of fluid transport during two SSEs in Guerrero (Villafuerte and Cruz-Atienza, AGU, 2014) show that fluids migrate towards the spots where this seismicity occurs with maximum velocities ranging between 10-3 and 10-9 km/day, which are more than 3 orders of magnitude smaller than the LFE migration speeds. We conclude that fluid diffusive transport is not responsible of the NVT and LFE migration during the SSEs but instead that slip transients act as a long-term pumping process decreasing the effective pressure where the seismicity takes place as a consequence of small stress perturbations associated to the propagation of the aseismic slip.

SE10-8 CARTEL

ESTUDIO DE LA DEFORMACIÓN EN EL MARGEN CONTINENTAL MARINO FRENTE A LA BAHÍA DE PETACALCO, IMPLICACIONES GEOLOGICAS EN LA ZONA DE GRANDES SÍSMOS EN MICHOACÁN Y GUERRERO

Millán Motolinía María del Carmen¹, Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.¹, Bandy William¹, Mitchell Neil² y Ponce Núñez Francisco³
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*The University of Manchester, School of Earth, Atmospheric and Environmental*

³*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
 carmenm@geofisica.unam.mx

Con la finalidad de aumentar el conocimiento sobre la deformación sismotectónica en el margen continental marino entre los estados de Guerrero y Michoacán se realizó un estudio de geofísica marina frente a la Bahía de Petacalco. En esta región, la ruptura de tres sismos mayores: Petatlán (Mw=7.6) de 1979, Michoacán (Mw=8.1) de 1985 y su réplica sísmica (Mw=7.9), cubrieron gran parte del margen marino. Mediante un levantamiento batimétrico sistemático se obtuvieron datos e imágenes acústicas del lecho marino y su subsuelo, por medio de adquisición de valores batimétricos multihaz y perfiles sísmicos de reflexión de alta resolución, realizados en dos campañas de Geofísica Marina: MAMRIV12 en 2012 y BAPET13 en 2013, que cubrieron un polígono de una superficie de alrededor de 10,000 km² (entre 17°N a 18°N y de 101°W a 103°W). Como parte del estudio, una base de datos del relieve batimétrico de cruceros anteriores en la región de la Bahía de Petacalco se integro utilizando el software y servidor de datos GeoMapApp de Lamont-Doherty Earth Observatory. El procesamiento de los datos de batimetría colectados ha proveído, por primera vez, una imagen detallada del relieve del talud en este margen continental, mostrando la transformación del relieve en la parte superior del talud una intensa erosión causada por numerosos cañones submarinos, y con una mayor aporte por el cañón submarino del Río Balsas que descarga gran cantidad de sedimentos en la cuenca de la trinchera Meso Americana. Las secciones de reflexión sísmica han revelado la existencia de fallas superficiales anastomosadas, relacionadas con la cambiante estabilidad del talud conforme a la alta deposición de sedimentos y al movimiento vertical sismotectónico del área. Además este estudio integro un análisis de pendientes para identificar taludes con un mayor riesgo de movimiento de masas en el talud. Al integrar todos los resultados, el relieve submarino frente a la bahía de Petacalco es afectado principalmente en la parte superior del talud por procesos de erosión fluvial submarina y en la parte inferior por procesos tectónicos. La profundidad de disección en los cañones depende del balance entre las fuerzas del levantamiento y erosión, el drenaje encajado en el relieve del talud indica que posiblemente algunas áreas de esta región se han elevado. Este marcó estructural-tectónico muestra grandes posibilidades de un mayor riesgo geológico tsunamigénico que pudiese afectar a la población costera. Este estudio recibió apoyo financiero del programa UNAM-DGAPA-PAPIIT No. IN115613

SE10-9 CARTEL

S-WAVE RECEIVER FUNCTIONS TO STUDY THE TRANSITION ON THE GEOMETRY OF THE COCOS PLATE IN CENTRAL-SOUTHERN MEXICO.

Rodríguez-Domínguez Miguel Á.¹, Pérez-Campos Xyoli¹, Clayton Robert W.², Córdoba Montiel Francisco³, Valdés González Carlos M.¹, Brudzinski Michael R.⁴, Cabral Cano Enrique³ y Arciniega Ceballos Alejandra¹

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*California Institute of Technology, Caltech*

³*Universidad Veracruzana, UV*

⁴*University of Miami*
 miguel561a@gmail.com

The tectonic setting, between the Cocos and North American plates, follows complex geometries over the west and south coasts of Mexico. Previous studies in central Mexico showed that the slab dips nearly horizontally before steeply subducting into the continental mantle; in contrast, in southern Mexico, the slab dips, at a constant angle, under the continental plate. Yet, the geometry of the Cocos plate and the transition angle, in central-southern Mexico, remains unclear. S-wave receiver functions from earthquakes recorded at epicentral distances between 65° and 115° are used to image the subducting plate underneath four seismic networks: GECO (Geometry of Cocos), SSN (Servicio Sismológico Nacional), OXNet (Oaxaca Network) and UV (Universidad Veracruzana). We developed an algorithm that automatically selects S and SKS theoretical arrival times for each event. The equalization of a receiver function includes: a rotation to the longitudinal-radial-transversal (LQT) system and the time domain deconvolution of the L and Q components. We present receiver functions sorted by back azimuth and epicentral distance. We analyze the azimuthal dependence of the slab's depth solving the inverse problem with simulated annealing. This procedure gives insight of the geometry of the Cocos plate and the transition angle within the study area.

SE10-10 CARTEL

ANÁLISIS DE ENERGÍA SÍSMICA IRRADIADA DE RÉPLICAS DEL SISMO DEL 20 DE MARZO DEL 2012 (MW7.5) EN OMETEPEC-PINOTEPA NACIONAL, MÉXICO

Plata Martínez Raymundo Omar¹ y Pérez-Campos Xyoli²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²UNAM

raymundo.plata@gmail.com

Una de las alternativas para poder describir el tamaño de un sismo y su fuente, es la estimación de su energía irradiada. El objetivo de este trabajo es describir la distribución de la energía sísmica (Es) escalada con el momento sísmico (Mo), Es/Mo, en la zona de subducción del Pacífico mexicano. Para ello, se estudió el sismo ocurrido el 20 de marzo del 2012 (Mw7.5), en Ometepe-Pinotepa Nacional, junto con sus réplicas, estimando para cada evento su energía sísmica irradiada con registros locales y regionales de velocidad y aceleración. Para los sismos de mayores magnitudes, se obtuvieron también sus estimaciones de Es con datos telesísmicos. Resultados preliminares muestran que la distribución de Es/Mo para estos eventos, presenta una razón menor en zonas cercanas la trinchera. Por lo contrario, para los eventos lejanos a la trinchera y cercanos al epicentro del evento principal, la razón Es/Mo es mayor.

SE10-11 CARTEL

CRUST AND MANTLE ANISOTROPY VARIATIONS ALONG THE MASE PROFILE USING RECEIVER FUNCTIONS

Castillo Castellanos Jorge, Pérez-Campos Xyoli, Husker Allen y Valenzuela Wong Raúl

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

jorge_castillo90@hotmail.com

Receiver functions (RFs) are widely used in seismic structure studies. We use radial and tangential RFs obtained along the Meso America Subduction Experiment (MASE) as our primary tool to analyze the dynamic processes that take place in the Mexican subduction zone and its relation with the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) complexity. RFs show waveform variations in amplitude, timing and polarity, both in the Moho and the slab Ps phases in function of its backazimuth; that is a diagnostic of a non-homogeneous horizontal layer medium. Using a particle motion analysis and a cross-correlation procedure, we are able to quantify the shear wave splitting in the continental crust, the subducted oceanic crust and the mantle below each station of the array in terms of a time delay, and a fast azimuth direction. From these observations, we are also able to determine if either dipping interfaces or the anisotropic properties of the medium explain the tangential energy. These results allow us to distinguish between three major regions: 1) dipping subducted slab, 2) horizontal subducted slab, and 3) absence of subducted slab. Results for region 1 are consistent with the geometry of the Cocos plate previously determined by other studies, showing negligible shear wave splitting of the Ps phases and a minimum energy content in the tangential RFs for events arriving along the dip direction. In region 2, we identify a strong azimuthal dependence with a variable periodicity of 180° and 360° as well as the existence of "split" Ps phases in our data, possibly related to the presence of fluids and the ultra low velocity layer (ULVL) localized between the continental and oceanic crust. We compare these results with previous silent earthquakes and non-volcanic tremors studies in the area.

SE10-12 CARTEL

SEISMIC NOISE TOMOGRAPHY IN THE GUERRERO SEISMIC GAP

Salazar Monroy Edilson Fernando y Husker Allen

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

salmon9114@hotmail.com

We use the records of Seismic Mini Arrays (SMA) which is part of the G-GAP project and stations from the National Seismologic Service network (SSN). This work is a preview of a seismic noise tomography in the Sweet Spot in Guerrero (Mexico). The Sweet Spot is the zone where tectonic tremor (TT) are continuously located and have the largest episodes (in quantity and length). For these reasons, it appears that this site has the best physical conditions for TT to occur (Husker et al., 2012 and Jödicke et al., 2006). In this site Kim and Clayton (2010) found a high pore pressure (high Vp/Vs) in the lower plate and Huesca and Husker (2013) in the crust inside the Sweet Spot. This study looks for variations of Vs within the Sweet Spot.

SE10-13 CARTEL

SPECTRAL CROSS-CORRELATION METHOD FOR DETECTING AND CLASSIFICATION OF THE NON-VOLCANIC TREMOR

Real Pérez Jorge, Kostoglodov Vladimir y Husker Allen

Instituto de Geofísica, UNAM

jorge8428@gmail.com

Non-volcanic tremor (NVT), or tectonic tremor is still one of the most curious and attractive subjects in seismology. The physical mechanism of the NVT is uncertain and its precise localization is problematic because of a transient type of the tremor records. There were a lot of observations and studies of the NVT in different subduction zones and in the San Andreas Fault since this phenomenon had been discovered some twelve years ago (Obara, 2002). Tremor activity is closely related to the slow slip events (SSE) while there are ample evidences that the NVT episodes are also triggered by tele- and regional seismic events, earth tides and even by large atmospheric instabilities. In many cases the NVTs are accompanied by the swarms of small low frequency earthquakes (LFE), which occur on the plate interface at the depth around of ~40 km. LFE hypocenters are easier to estimate than those of the NVT because the LFE events have a simple source mechanism. There is a hypothesis that the NVT is simply an assemble effect of the LFE swarms (Shelly, 2006, 2007), nevertheless to explore this perception we need at least to confirm that the NVT are occurring at the same limited area as the LFE. Tremor location methods generally use some time windowed part of the seismic records ignoring the fact that different NVT bursts may be closely sequential or even overlapping. If the analyzed time window contains mixed signals from different tremor sources the localization of this NVT episode could be a priory wrong. To avoid this kind of mistakes and recognize different types of tremor we applied the spectral cross-correlation technique (SCCT), which permits effectively detect tremor duration and recognize its spectral variation. The SCCT helps to generate routinely the catalogs of different NVT types and also estimates frequency lags for similar spectral types of NVT. The main objective of the SCCT application for the NVT studies is to improve localization of these events to a degree comparable with the accuracy achieved for the LFE.

Sesión Especial

Retos y logros de las redes sismológicas en México

Organizadores:

Xyoli Pérez-Campos
Víctor Wong Ortega

SE11-1

LA RED GPS-MET TLALOCNET EN MÉXICO: DESARROLLO INICIAL.

Galetzka John¹, Feaux Karl¹, Cabral Cano Enrique², Salazar Tlaczani Luis³, DeMets Charles¹, Adams David⁴, Serra Yolande L.⁴, Mattioli Glen S.¹ y Miller Meghan¹

¹UNAVCO, Inc.

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

³University of Wisconsin-Madison

⁴University of Arizona

galetzka@unavco.org

TLALOCNet es una red GPS-Met en México diseñada para la investigación del ciclo sísmico, tectónica, clima y procesos atmosféricos. El desarrollo de TLALOCNet, iniciado recientemente y proyectado para finalizar en el 2015 permitirá cerrar el hueco que existe actualmente entre el EarthScope-Plate Boundary Observatory en EUA, Alaska y Puerto Rico y otras redes Latinoamericanas que incluyen COCONet, CAnTO, CAP, e IGS en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica para así poder formar una red con cubrimiento continuo desde Alaska hasta la Patagonia. En su etapa inicial TLALOCNet esta financiada por el National Science Foundation de los EUA y la Universidad Nacional Autónoma de México y consiste en la construcción y/o actualización de 38 Estaciones GPS-Met de operación continua que tendrán los mismos estándares de PBO. Las primeras 3 estaciones TLALOCNet instaladas en los estados de Sonora y Chihuahua empezaron a operar en Julio del 2014 como la extensión del Experimento 2013 del transecto GPS del Monzón de Norteamérica para caracterizar de manera continua el proceso de transporte de vapor de agua en esta región. Para fines del 2014 se espera tener operando otras 4 estaciones GPS-Met adicionales en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Los datos de estas estaciones están disponibles a través del repositorio de datos de UNAVCO accesible en <http://facility.unavco.org/data/dai2/app/dai2.html#> y a fines del 2014 estarán también disponibles, junto con datos GPS-Met complementarios de otras redes locales a través de un centro de datos en México. En este trabajo de presentará el avance en la instalación y operación de estaciones, incluyendo su instrumental, sistema de telecomunicaciones, flujo de datos, calendarios de instalación y objetivos científicos. También presentaremos algunos de los retos enfrentados para su construcción, incluyendo la logística, seguridad y otros aspectos relacionados con al construcción y operación de esta red de operación continua.

SE11-2

RED SÍSMICA MEXICANA SEGUNDA FASE (RSM-II)

Valdés González Carlos M., Castelán Gilberto, Alonso Paulino, Saldivar Miguel, Rodríguez Oscar y López-Lena Ruben
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
cvaldesg@cenapred.unam.mx

Que el país cuente con información suficiente y oportuna sobre la ocurrencia de temblores en México para la toma de decisiones en la gestión integral del riesgo sísmico. Como parte de las actividades de la RSM II, se contempla lo siguiente:

- Contar con una cobertura nacional de redes sísmicas y acelerográficas en tiempo real que provean de información útil para la gestión del riesgo sísmico.
- Integrar y ampliar los sistemas de alertamiento de sismos del país.
- Incorporar el alertamiento contra tsunamis.
- Contar con un sistema de intercambio y difusión eficiente de información.

Para poder llevar a cabo el objetivo y las actividades de la RSM II el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) a través de la Secretaría de Gobernación (SEGOB) realizó convenios con el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Secretaría de Marina (SEMAR), de los cuales se desprenden los siguientes objetivos: Convenio SEGOB-UNAM Tiene por objetivo establecer las bases de colaboración entre "LA SECRETARÍA Y "LA UNAM", para implementar la primera etapa de la "RSM" "Construcción de la plataforma de funcionamiento de la RSM", la cual contará con el reforzamiento y ampliación de los medios e infraestructura que garantice la generación, disponibilidad y difusión oportuna de información sísmica del país, así como hacer un diagnóstico y un planteamiento para reforzar y modernizar la "RSM". Convenio SEGOB-CIRES Tiene por objetivo establecer las bases de colaboración entre "LA SECRETARÍA Y "EL CIRES", para el reforzamiento y ampliación de los sistemas de alertamiento sobre sismos en el país, en el marco del proyecto de la Red Sísmica Mexicana segunda fase. Convenio SEGOB-SEMAR y SEGOB-CICESE Tiene por objetivo establecer las bases de colaboración entre "LA SECRETARÍA Y "LA SEMAR" para reforzar el monitoreo y alertamiento de tsunamis que puedan afectar el territorio nacional, así como para promover el establecimiento de un Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SINAT), en el marco de la Red Sísmica Mexicana. En este trabajo se describirán los avances que se tienen actualmente en cada uno de los convenios, los beneficios que se tienen hasta el momento y lo que se espera obtener con la conclusión del proyecto RSM II.

SE11-3

HACIA UN IRIS MEXICANO? LA NECESIDAD DE FORMAR UN CONSORCIO DE OPERADORES DE INSTRUMENTOS SISMOLÓGICOS

Suárez Reynoso Gerardo
Instituto de Geofísica, UNAM
gerardo@geofisica.unam.mx

En 1986, cuando se empiezan a instalar las primeras estaciones de banda ancha, se formaron dos instituciones que han tenido un impacto enorme en el desarrollo de la sismología mundial: IRIS y la International Federation of Digital Seismograph Networks (FDSN). La primera con carácter nacional, en los Estados Unidos, y la segunda con una misión internacional, se dieron a la tarea desde entonces de coordinar y apoyar el desarrollo de la sismología moderna. Es obvio para todos que esfuerzos como las localizaciones automáticas, las inversiones rutinarias de tensor de momento, los sistemas de alerta de tsunami, y los nuevos desarrollos en tomografía del interior de la tierra, para mencionar solo algunos ejemplos, no serían posibles sin la labor de estos organismos. El centro de datos de IRIS, el Data Management Center, recibe diariamente en tiempo real y semi-real los registros sismológicos de miles de estaciones sismológicas y distribuye datos y productos a cientos de usuarios diariamente. En los últimos años se ha dado en México un rápido desarrollo en el crecimiento del número de estaciones sismológicas, tanto del Servicio Sismológico Nacional como de redes locales y regionales. Si bien hay un intercambio de datos entre muchos de estos actores, no existe un mecanismo claro de coordinación entre ellos para intercambiar datos en tiempo real o productos. Igualmente, no existe un organismo coordinado de instituciones de investigación en México que de manera conjunta gestione fondos ante los diferentes niveles de gobierno. Un organismo de este tipo, un IRIS mexicano, adecuado a nuestras necesidades y nuestra realidad, podría jugar un papel preponderante para el desarrollo de la sismología mexicana. Este organismo podría entre otras tareas: 1. coordinar la participación de diversos centros de investigación en el país para fortalecer sus redes sismológicas; 2. Diseñar mecanismos para la distribución oportuna de datos en tiempo real y de productos obtenidos por las diferentes redes; 3. Establecer protocolos comunes de intercambio de información y datos; 4. Promover la creación de un centro nacional de datos en nuestro país que sirva como repositorio de información, no solo de redes locales, sino de experimentos temporales. Estos datos frecuentemente tienden a perderse una vez que son procesados; 5. Gestionar fondos ante las autoridades para la realización de estas tareas; 6. Servir como interlocutor ante proyectos y organismos internacionales y; 6. Servir como un promotor para la educación en sismología en nuestro país, tanto a nivel universitario como en la divulgación de la disciplina. Finalmente, es indudable que la tarea de formar esta asociación corresponde a los propios operadores de las redes sismológicas del país, aunque el beneficio será para toda la comunidad de especialistas en sismología y en las ingenierías afines.

SE11-4 CARTEL

LA RED GPS-MET TLALOCNET EN MÉXICO: INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA COMPLEMENTARIA REGIONAL.

Cabral Cano Enrique¹, Arciniega Ceballos Alejandra¹, Salazar Tlaczani Luis¹, Brudzinski Michael R.² y DeMets Charles³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Miami University

³University of Wisconsin-Madison
ecabral@geofisica.unam.mx

TLALOCNet es una red GPS-Met en México diseñada para la investigación del ciclo sísmico, tectónica, clima y procesos atmosféricos. El desarrollo de TLALOCNet, iniciado recientemente y proyectado para finalizar en el 2015 permitirá cerrar el hueco que existe actualmente entre el EarthScope-Plate Boundary Observatory (EUA, Alaska y Puerto Rico) y otras redes Latinoamericanas que incluyen COCONet, CAnTO, CAP, e IGS en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica para así poder formar una red con cubrimiento continuo desde Alaska hasta la Patagonia. En su etapa inicial TLALOCNet esta financiada por el National Science Foundation de los EUA y la Universidad Nacional Autónoma de México y consiste en la construcción y/o actualización de 38 Estaciones GPS-Met de operación continua que tendrán los mismos estándares de PBO. Adicionalmente a la instrumentación GPS-Met especificada para esta red, las estaciones TLALOCNet ubicadas en el estado de Oaxaca cuentan con instrumentación sísmica de banda ancha (red OxNet) que permite el registro de procesos de importancia como los deslizamientos lentos. La colocación de instrumental sísmico y GPS de nueva generación aunado a la transmisión en tiempo real de observables GPS a 1Hz y de 5Hz para el caso de eventos sísmicos mayores permitirá una mayor potencial de desarrollo en México de la sismología GPS. En este trabajo de presentará una descripción de la operación de las estaciones TLALOCNet-OxNet. También presentaremos algunos de los retos enfrentados para su construcción, incluyendo la logística, seguridad y otros aspectos relacionados con la construcción y operación de esta red de operación continua así como resultados de sus observaciones.

SE11-5 CARTEL

REDES SISMICAS DE CICESE: RETO Y OPORTUNIDADES

Wong-Ortega Victor, Castro Escamilla Raúl Ramón y Munguía Orozco Luis
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 wwong@cicese.mx

Actualmente el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) cuenta con 80 equipos sismológicos, entre sensores de velocidad de Banda Ancha y acelerómetros para el registro de temblores en el noroeste de México, organizados en 6 diferentes subredes: 1. Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) 2. Red Sismológica de Banda Ancha del Golfo de California (RESBAN) 3. Red Acelerométrica del Noroeste de México (RANM) 4. Red Sismológica de Baja California Sur (RSBCS) 5. Red Acelerométrica urbana de Mexicali, Tecate y Tijuana. Una de las actividades más importantes y con más impacto social que CICESE, a través de la División de Ciencias de la Tierra y el Departamento de Sismología, realiza en el noroeste de México es la del monitoreo continuo de la actividad sísmica que ocurre en esta región, con el propósito de documentar, analizar e interpretar la distribución de los sismos, para divulgar ese conocimiento y para contribuir con la sociedad en la prevención y mitigación de los efectos de los sismos en la población. A raíz del sismo del 4 de abril (Mw 7.2) del 2010 que ocurrió a 48 km al oeste de la ciudad de Mexicali, en Baja California, México, estas 5 redes sísmicas se integraron en una sola red, denominada REDES SISMICAS DE CICESE con el objeto de optimizar los recursos y mejorar nuestra infraestructura en redes de monitoreo de los sismos y de los procesos de deformación que los generan con una red de GPS, así como para apoyar a la investigación con la generación de nuevo conocimiento sobre los procesos de deformación cortical, sísmica y tectónica que ocurren en la frontera de las placas Pacífico y Norteamérica. La frontera tectónica, está representada en región noroeste de México por el sistema de fallas activas del Golfo de California y la extensión sur de la Falla San Andrés en la región del Valle de Mexicali. Las redes sísmicas de CICESE abarcan desde Tijuana en Baja California, hasta los Cabos en Baja California Sur y desde San Luis Río Colorado en Sonora y hasta Mazatlán en Sinaloa. Próximamente se instalará una estación sísmica más en Tepic, Nayarit. Durante el 2014, se continuará con la instalación de las estaciones que fueron donadas al CICESE por el USGS-CALTECH para mejorar el cubrimiento geográfico en Tijuana y el Valle de Mexicali. Actualmente, en CICESE se pretenden desarrollar un sistema integral para monitorear, transmitir, almacenar, procesar y analizar la información que registran las diferentes redes de monitoreo para generar en tiempo real, mapas de peligro, mapas de máxima afectación y un sistema aviso para fenómenos sísmicos de alto impacto en la región. Este sistema está desarrollado para enviar avisos sobre la ocurrencia de sismos con magnitud mayor o igual a 4.5 en la región cubierta por la red a través de la plataforma Apple y Android, tanto para teléfonos celulares como para tabletas. En este trabajo se analizan los alcances y se plantean las nuevas oportunidades de aplicación de los datos sísmicos...

SE11-6 CARTEL

LA RED SÍSMICA DE LA PAZ: APLICACIÓN DE LOS DATOS SÍSMICOS EN UN ENTORNO SUSTENTABLE.

Ortega Roberto, Mayer Sergio y Aguirre Alfredo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 ortega@cicese.mx

En este trabajo se presentan los primeros resultados del proyecto: "Red de observatorios Geofísicos en Baja California Sur: Una visión integral". La red sísmica consta de 7 estaciones de banda ancha ubicada en la parte sur de la Península de Baja California. Los datos se reciben mediante telemetría satelital. Además, se discuten algunas tecnologías alternativas para utilizar los datos de una forma integral. Es interesante que la información que se ha procesado no siempre ha sido con fines sismológicos. Se cuenta con registros de meteoritos, cantos de ballenas y datos de presión atmosférica en la ocurrencia de ciclones tropicales. Además, se hace un análisis sobre el futuro de las redes sísmicas en México, incluyendo su administración, centro de datos y uso científico.

SE11-7 CARTEL

LA RED SISMOLOGICA DE BANDA ANCHA DEL GOLFO DE CALIFORNIA (RESBAN): RETOS Y LOGROS

Castro Escamilla Raúl Ramón, Pérez Vertti Arturo y Mendoza Camberos Antonio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 raul@cicese.mx

El principal objetivo de la red RESBAN es monitorear la actividad sísmica que ocurre en el Golfo de California (GoC). Esta red tiene 13 estaciones de banda ancha distribuidas alrededor del GoC y es operada por el CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California). Las estaciones de RESBAN consisten de sensores Guralp CMG-40T o CMG-3ESP, digitizadores de 24-bits, un módulo de adquisición de datos CMG-SAM2 y GPS para control de tiempo. Dos de estas estaciones (Bahía de Los Angeles y Guaymas) tienen registradores Reftek DAS 130 y sensores Strecker STS-2. Las estaciones registran continuamente 20 muestras por segundo y las señales de ocho de las 13 estaciones se reciben en tiempo real en las instalaciones de CICESE en Ensenada.

Entre 2003 y 2008 cinco estaciones de RESBAN y otras 14 de la Universidad de Utrecht (UU) registraron una gran cantidad de sismos, como parte de un proyecto de colaboración científica entre el Instituto Tecnológico de California (CALTECH), la UU y CICESE. Los datos registrados por este arreglo han hecho posible realizar estudios sobre la estructura de la corteza y del manto superior en la región del GoC. También ha sido posible estudiar la atenuación y la anisotropía sísmica, así como entender algunas de las características de la fuente sísmica de los eventos que ocurren en esta región. Actualmente RESBAN opera conjuntamente con el Servicio Sismológico Nacional 20 estaciones en la región del GoC. En este trabajo describiremos algunas de las aportaciones generadas con la base de datos de estos arreglos y los futuros retos de la red RESBAN. Agradecimientos: La instalación y operación de red RESBAN se ha realizado gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos 37038-T y 48852, y recientemente con el apoyo económico del CICESE. Agradecemos el apoyo proporcionado por Edgardo Cañón y Víctor Wong. La red NARS-Baja fue parcialmente financiada por la Universidad de Utrecht y por CALTECH. Agradecemos la participación de Robert Clayton, Jeannot Trampert y Arie van Wietum durante la operación de la red NARS-Baja.

SE11-8 CARTEL

RED SISMOLÓGICA DEL NOROESTE DE MEXICO PARTE II

Díaz de Cossio Batani Guillermo¹, Arregui Ojeda Sergio², Wong-Ortega Víctor² y Walter Allan³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²CICESE

³USGS

gbatani@cicese.mx

Hace dos años (2012) presentamos que en RESNOM habíamos abierto la base de dato de la Red Sísmica del Noroeste de México RESNOM para el intercambio de las señales sísmicas de las estaciones y, se había instalado un el software modular Earthworm no solo para intercambiar las señales sísmicas sino que se pre-procesada los eventos sísmicos que se registraban e mas de 3 estaciones. Además, los módulos de transmisión y recepción de datos se utilizan para intercambiar la señal de alguna de nuestras estaciones con CALTECH, Pasadena y con el SSN en la Ciudad de México. Y, que a partir de año 2010, a raíz del sismo de magnitud 7.2 del 4 de abril del 2010, el CONACYT apoyo al CICESE para comprar 14 equipos sismológicos de banda ancha y 14 acelerógrafos para ampliar la cobertura geográfica de RESNOM. Seguimos utilizando, además Earthworm, el programa SEISAN de Haskov y Ottemoller para respaldar los resultados que se procesan en Earthworm por el operador de la red en la localización, cálculo de la magnitud. Las localizaciones automáticas se actualizan la página WEB de RESNOM y son convalidados por el operador en los sistemas AQMS y en la vieja base de datos de Seisan. Seguimos con el desarrollo de aplicaciones para la divulgación de la información sísmica se ha extendió al uso de las redes sociales como TWITTER, FACEBOOK aplicaciones en IOS y en Android para notificar a un grupo de usuarios los eventos localizados por Earthworm y en AQMS. Otra implementación es almacenar la información generada por los procesos descritos anteriormente en un formato único que sea de fácil acceso y manejo. Esto, nos permitirá ofrecer un servicio en línea para la búsqueda de los tiempos de arribo a las estaciones y de las series de tiempo de los eventos. Actualmente se han integrado 4 servidores SUN para el manejo y procesamiento de las señales sísmicas. Dos servidores son para el pre-procesamiento y el otro, para el pos-procesamiento de la señal y los otros dos, son un espejo de ambos. Se ha migrado de servidores en la plataforma Ubuntu Linux a un sistema redundante con manejo de una base de datos ORACLE. También, se implementan productos, además de la localización y magnitud de los eventos, mapas de aceleración y mecanismos focales. Estos dependiendo de la magnitud del evento. A futuro, se esta trabajando en calcular los efectos de sitio y otros efectos?

SE11-9 CARTEL

RED SISMOLOGICA LOCAL CHIHUAHUA RAMP

Dena Ornelas Oscar Sotero¹, Velasco Aaron² y Huizar Hector²

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ

²UTEP

osdena@gmail.com

Durante el año 2013 se registraron en la zona de Sta. Gertrudis, en el estado de Chihuahua, una serie de eventos sísmicos clasificados preliminarmente como un enjambre telúrico con eventos de magnitud Mw=4.0 hasta antes del 21 de Septiembre del mismo año, fecha en que se registró un evento pico con magnitud, conforme a la escala de Richter, de Mw= 5.3 y replicas subsecuentes con Mw= 4.8 con epicentro en la zona del distrito minero de Naica. La actividad sísmica fue registrada tanto por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) como por el observatorio de monitoreo sísmico del consorcio IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) y el USAARRAY. Este evento sísmico causó afectaciones hasta las Ciudades de Chihuahua, Delicias, Camargo y Saucillo, donde los efectos de amplificación de terreno resultaron en afectaciones en diversas propiedades y pánico en la población (UACJ, 2013). El único antecedente de magnitud mayor en la zona, se registró en 1928 se presentó un sismo de Mw=6.5 en la zona de Parral. Aun y cuando el SSN ha reportado los eventos registrados, se considera que la falta de cobertura de estaciones sismológicas en la región genera una notable dispersión

en la localización epicentral. Por esta razón se consideró de capital importancia el llevar a cabo la instalación de una red sísmológica semi-permanente de monitoreo sísmológico a través del Programa rápido de Movilización de Arreglos Sísmico (RAMP por sus siglas en inglés) con el objetivo de conocer las causas de la ya considerada intensa actividad telúrica en el Estado de Chihuahua, el cual había sido considerado, precisamente por sus escasos registros telúricos, como de muy bajo riesgo sísmico, con la consecuente falta de cultura sísmica por parte de la población y autoridades, que va desde el desconocimiento de este tipo de fenómenos naturales hasta la grave falta de instrumentación sísmica en las Presas La Boquilla y Fco. I. Madero, cada una con una capacidad máxima de 1477 y 354 Millones de metros cúbicos, respectivamente. Finalmente, se espera que el procesamiento del volumen completo de los datos recabados durante 9 meses por la red CHIHUAHUA RAMP, permitirá precisar, primeramente, la o las causas de la actividad sísmica, ya sea la evolución de una eventual cámara magmática, o la geometría de la falla o fallas geológicas que ocasionan la actividad telúrica, así como la posible relación de esta actividad con la provincia tectónica del Río Grande Rift (RGR).

SE11-10 CARTEL

PROPUESTA DE LA RED SÍSMICA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN MÉXICO

Montalvo Arrieta Juan Carlos
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
jmontalvoa87@gmail.com

El noreste de México ha sido considerado durante mucho tiempo como una región asísmica. Sin embargo, existe la evidencia histórica de la ocurrencia de temblores desde hace más de 160 años. A partir de la puesta en marcha de la estación de banda ancha LNIIG en el año 2006 (en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, en Linares) se ha confirmado que la actividad sísmica en la región es mucho más frecuente de lo que se esperaba. En el 2012 se pone en funcionamiento la estación MNIG en el campus Mederos de la UANL en Monterrey. La instalación de ambas estaciones sísmológicas forma parte de una estrecha y productiva colaboración entre el Instituto de Geofísica - Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM y la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL. En estos primeros ocho años de monitoreo sísmico en la región se han localizado más de 270 sismos. Se han identificados dos secuencias sísmicas muy bien definidas la primera de ellas ubicada al sureste de la ciudad de Linares y la segunda de ellas localizada entre las ciudades de Cadereyta-General Terán-China en el centro del estado. Algunos de los eventos sísmicos generados en esta última área han causado daños a varias comunidades cercanas al área epicentral y en el área metropolitana de Monterrey a 90 km de distancia se han reportados fuertes sacudidas del terreno. A partir de la necesidad de continuar el monitoreo sísmico en la región, el Gobierno del Estado a través de la Dirección de Protección Civil y la Facultad de Ciencias de la Tierra han formalizado la adquisición de tres nuevas estaciones sísmicas a través de recursos del FOPREDEN. Con la puesta en marcha de estos nuevos observatorios más los ya instalados se conformará la Red Sísmica del Estado de Nuevo León en colaboración con el SSN para monitorear la frecuente actividad sísmica en la región. En este trabajo se presentan resultados de los estudios realizados hasta la fecha, así como los retos y perspectivas en el monitoreo de la actividad sísmica natural e inducida presente en la región.

SE11-11 CARTEL

RED SISMOLÓGICA DE VERACRUZ: UN ESQUEMA DE COLABORACIÓN Y PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO

Córdoba Montiel Francisco¹, Iglesias Mendoza Arturo², Valdés González Carlos M.³, Estrada Castillo Jorge Alberto⁴, Pérez Santana Jesús Antonio¹, Cruz Cervantes José Luis⁴, Navarro Estrada Fernando⁴, Rodríguez Rasilla Iván⁴, Mendoza Carvajal Antonio de Jesús¹ y Pérez-Campos Xyoli⁴
¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
⁴Servicio Sismológico Nacional, UNAM
fcordoba@uv.mx

La Red Sismológica de Veracruz (RSV) surge como resultado de los proyectos cofinanciados por el Fondo de Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y el gobierno del estado de Veracruz denominados "Atlas de peligros geológicos e hidrometeorológicos del estado de Veracruz", "Red sísmológica del estado de Veracruz para evaluación del riesgo sísmico" y "Estudio geológico del volcán San Martín Tuxtla, Veracruz. Equipamiento, instrumentación y monitoreo con fines de prevención de desastres". Los proyectos antes mencionados son el resultado de una visión de largo alcance con la que se dotó al estado de Veracruz de la infraestructura para la realización del monitoreo y estudio de dos fenómenos geológicos naturales que históricamente han afectado a la entidad veracruzana: la ocurrencia de sismos que ocasionaron daños importantes y un elevado número de víctimas; así como la presencia en su territorio de vulcanismo activo, representado en el Pico de Orizaba y el San Martín Tuxtla, quedando aún pendiente el monitoreo de los dos campos volcánicos importantes de la región: Xalapa-Naolinco y Los Tuxtlas. Además de la incorporación de la RSV a la red del Servicio Sismológico Nacional (SSN), dada la calidad de su infraestructura y equipamiento, el análisis de los datos que se están obteniendo a partir de su reciente creación permitirá obtener una mejor

comprensión del fenómeno sísmico de la región mediante su estudio sistemático; en cuanto a los volcanes se refiere, la tarea sustantiva es la vigilancia permanente de su actividad sísmica. En este sentido, en Veracruz se ejemplifica un esquema de colaboración exitoso en la implementación y operación de una red sísmica que interacciona con el SSN y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED); con un alcance local, regional y nacional y un beneficio orientado hacia la prevención de desastres, lo cual encaja de manera adecuada en los objetivos de entidades gubernamentales como el CENAPRED y la Secretaría de Protección Civil de Veracruz. Además, instituciones de educación superior como la Universidad Veracruzana y la Universidad Nacional Autónoma de México participan como generadores de conocimiento socialmente útil y desarrollando investigación de alta relevancia en esta área del conocimiento. La Universidad Veracruzana ante esta nueva oportunidad, se ha dado a la tarea de emprender una serie de tareas entre las que se encuentra la creación del Observatorio Sismológico y Vulcanológico del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (OSV-CTUV) cuya función principal es operar la RSV para el monitoreo de la actividad sísmica de carácter tectónico y volcánico y la realización de estudios sísmológicos de la región que propicien entre otros resultados, la determinación del peligro sísmico real en la región del Golfo de México. Entre los retos que se plantean en este momento, se encuentra la búsqueda de los mecanismos de financiamiento que permitan la operación continua de este tipo de redes y su crecimiento dentro de un contexto nacional.

SE11-12 CARTEL

LA RED DE VIGILANCIA SISMO-VOLCÁNICA EN EL ESTADO DE CHIAPAS. LOGROS Y RETOS.

Ramos Hernández Silvia y Jon Selvas Juan
Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviaramoshernandez34@gmail.com

El Estado de Chiapas está localizado en una de las regiones sísmicas más activas de la tierra, convergiendo en su territorio la Placa de Cocos, Placa Americana y las fallas activas de Polochic y Motagua pertenecientes a la Placa del Caribe. Esta actividad muestra la alta exposición y por tanto de vulnerabilidad de aproximadamente tres cuartas partes de la población chiapaneca, especialmente en la Región Costa, Sierra, Soconusco, tal como lo mostró el reciente sismo del 7 de julio del 2014. Por otro lado, en 1982 en la región norte de Chiapas, la erupción del Volcán Chichón, considerada una de las más notables y catastrófica del último siglo. Desde entonces, se había señalado la importancia de la vigilancia y monitoreo tanto de las regiones sísmicas de Chiapas, como de la actividad de los volcanes activos, el Volcán Chichón y Tacaná, para salvaguardar la seguridad de miles de personas que viven expuestas a estos riesgos. En 1994, se iniciaron los esfuerzos para la instrumentación en el Volcán Tacaná, se construyeron tres estaciones sísmológicas: Chiquihuites, La Patria, Pavencul, así como la estación central en Tapachula. Poco a poco se fue migrando a la adquisición digital, hecho que materializó con el Proyecto Conacyt del IGeof UNAM- CMVS-UNICACH. En el 2003-2004, para la vigilancia del Volcán Chichón, se gestionó al USGS, la donación de los primeros equipos para la vigilancia volcánica, consistente en una estación de banda ancha y un acelerógrafo y se construyó la primera estación sísmológica. Así se inició desde el 2004, el estudio de la sismicidad del Volcán Chichón, con acciones coordinadas del CMVS-UNICACH-CENAPRED-IGeof-UNAM. En el 2008-2009 se gestiona y se aprueba el proyecto integral CONACYT-COCYTECH-UNICACH-PC: CHIS-2008-08-106709, con lo que se refuerza el Centro de Monitoreo Volcanológico y sísmológico, mediante nuevo equipamiento; se construye el Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, como instancia de investigación y formación de recursos humanos, sobre los principales fenómenos que ponen en riesgo a la sociedad chiapaneca, se crea la Licenciatura en Ciencias de la Tierra y se dan las gestiones para la creación de la Maestría Doctorado en Gestión de Riesgos y Cambio Climático. En los últimos quince años se han dado importantes pasos y materializado logros tanto en investigación, formación de recursos humanos, contribución a la gestión del riesgo sísmico, volcánico y por otros fenómenos. Se han realizado convenios de colaboración con otros observatorios sísmológicos y volcanológicos. Dentro de los principales retos, lograr financiamientos para el mantenimiento y ampliación de la Red Sismo-volcánica, para ampliar la formación de recursos humanos, becas, movilidad e intercambio académico, de investigación así como para multiplicar la participación en la prevención, mitigación y gestión de estos riesgos en beneficio de la población.

SE11-13 CARTEL

RED SÍSMICA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Valdés González Carlos M., Castelán Gilberto, Alonso Paulino, Juárez García Bernabé, Hernández Víctor, Cárdenas Lucio y Auza Ricardo
Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED
cvaldesg@cenapred.unam.mx

La red sísmica de monitoreo del volcán Popocatepetl surgió como un esfuerzo conjunto del Centro Nacional de Prevención de Desastres, del Instituto de Geofísica de la UNAM, del Instituto de Ingeniería de la UNAM y del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), la cual, desde sus inicios y hasta la fecha se ha ido modernizando, al mismo tiempo que se han mantenido en operación las estaciones más importantes de la red. La red actualmente cuenta con seis estaciones en tiempo

real de monitoreo sísmico permanente, de las cuales cinco de ellas están equipadas con sismómetros de banda ancha (30s – 50 Hz) y el mismo número de ellas cuenta con sismómetros de período corto (1s). Constantemente se busca mejorar y ampliar la red de monitoreo sísmico, en los últimos años se ha modernizado la red de equipos de banda ancha, con la sustitución de equipos con mejores prestaciones en la calidad de la señal, así mismo en este año se ha incluido una nueva estación a la red, nombrada Encinos (clave PPBE), la cual se ubica en el flanco Noreste del volcán, a una distancia de 4.5 kilómetros del cráter, con la cual se busca mejorar la precisión de las localizaciones de los eventos tectónicos y el registro de temblores. Esta red ha permitido monitorear de manera precisa la actividad del volcán, con lo cual se han aportado elementos estratégicos para el alertamiento y la toma de decisiones en materia de Protección Civil, tal es el caso de la evacuación realizada en el año 2000, luego de un periodo de intensa actividad, la cual culminó con una explosión en ese mismo año y otra aún mayor a principios del año 2001. Con la información generada por la red también se han mejorado los planes de Protección Civil Estatales y Municipales, implementados por los gobiernos de los estados que se encuentran dentro de la zona de riesgo del volcán. Adicionalmente la información generada por la red de monitoreo sísmico durante estos 20 años de operación, ha sido utilizada en diversos estudios e investigaciones, las cuales han contribuido a mejorar el conocimiento del fenómeno volcánico. Cabe destacar que durante este periodo se ha contado con el apoyo de otras instituciones académicas, tanto nacionales como internacionales, para llevar a cabo proyectos de investigación conjunta.

SE11-14 CARTEL

LA RED TEMPORAL DE MINI-ARREGLOS SISMICOS G-GAP.

Payero De Jesús Juan Silvestre¹, Kostoglodov Vladimir²,
Husker Allen³, Real Pérez Jorge² y González Guillermo³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Facultad de Ciencias, UNAM

payero@ollin.igeofcu.unam.mx

A partir del 2009 se empezó la instalación de mini-arreglos sísmicos, en el norte de Guerrero, para el estudio de los Tremores No-Volcánicos (NVT) y los Sismos de Baja Frecuencia (LFE). Esto fue parte del proyecto G-GAP entre México y Francia (UNAM – UJF - IPGP). Fueron instalados 11 mini-arreglos, cada uno consistía en seis sensores, de período corto y organizados en forma triangular, más un sismómetro de banda ancha CMG40, de Guralp, en el centro. Este sismómetro central se colocó en un pozo, de 71m de profundidad sobre roca, para eliminar el ruido y otros efectos sobre el instrumento. Un digitalizador de nueve canales con disco duro de 32 Gb, un GPS y un panel solar. Las estaciones no tenían transmisión de datos. La distribución de los mini-arreglos en el área de estudio abarca la zona donde han sido localizados los NVT y LFE. La red G-GAP complementa la red de estaciones GPS en Guerrero que registra los Sismos Silentes ó Lentos (SSE). Gracias a la selección de sitios y la metodología de instalación la mayoría de las estaciones de G-GAP proporciona los registros sísmicos de buena calidad, con alta relación señal (del NVT) sobre ruido. Todos los datos son almacenados en dos servidores: Uno que funciona en el IGEF, UNAM y otro que se encuentra en el Centro de Estudios de la Tierra, Grenoble, Francia. Algunos resultados importantes obtenidos con los datos de la red G-GAP son: a) Detección y estudio de los NVT inducidos, mediante la observación de los temblores disparados por el terremoto de Maule, Chile en el 2010, en estaciones como ATLI, APAX, AMAC y XALI. Con estas mediciones se pudo determinar la localización de los NVTs. b) Cambios de velocidad sísmica en la corteza y específica actividad de NVT durante el SSE del 2009-2010 en Guerrero. c) Desarrollo de los algoritmos y programas para detección y cuantificación de los temblores. d) Creación de un método automático en la clasificación de las familias de NVT y LFE. Todo esto ayudará a mejorar el catálogo de temblores no-volcánicos en México.

SE11-15 CARTEL

RED DE ASISTENCIA PARA EMERGENCIAS SISMICAS – RAES.

Payero De Jesús Juan Silvestre y UNAM Departamento
de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
payero@ollin.igeofcu.unam.mx

Con la finalidad de recabar la mayor cantidad de información post-sísmica, para los grandes sismos en México, el Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM creó, con el apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica de dicha universidad, la “Red de Asistencia para Emergencias Sísmicas” (RAES) compuesta de sismómetros portátiles. Actualmente consta de 7 sismógrafos Nanometrics y 6 acelerómetros Kinematics. Empleando los equipos de la red se ha registrado la actividad sísmica en las zonas epicentrales de los siguientes sismos: Zumpango (11 diciembre 2011; M6.5); Ometepe (20 marzo de 2012; M7.6); Cutzamala-Altamirano (15 noviembre 2012; M6.1) y Papanao (18 abril de 2014; M7.2). También, ha permitido realizar otros estudios sísmicos en Ecatepec, Estado de México; Volcán El Chichón, Chiapas; La Boquilla, Chihuahua y Linares, Nuevo León. Para el almacenamiento de los registros sísmicos, se ha creado una base de datos, con archivos en tres formatos: Original de cada instrumento, SAC y SEISAN. Esta base se encuentra en un servidor instalado en el Instituto de Geofísica. De

esta manera los investigadores y estudiantes pueden disponer de ellos para su eventual procesamiento y explotación. El artículo “Ometepe-Pinotepa Nacional, Mexico Earthquake of 20 March 2012 (Mw7.5): A preliminary report” (Geofísica Internacional, 2013), del Grupo Sismología de la Universidad Nacional Autónoma de México, es un ejemplo de la utilidad y valor de los datos generados por la RAES. Durante las 24 horas posteriores al sismo M7.2 del 18 de abril pasado frente a las costas de Guerrero, 3 estaciones banda ancha de la RAES fueron desplegadas entre los poblados de Papanao y Barra de Potosí. Al día siguiente de la ocurrencia los días 8 y 10 de mayo de los sismos M6.4 y M6.1 al sureste de la ruptura, otras 6 estaciones de la RAES fueron instaladas frente a la Brecha Sísmica de Guerrero, entre Papanao y Coyuca de Benítez. En este momento, los datos generados por las 9 estaciones desplegadas están siendo analizados por sismólogos del Departamento de Sismología, lo que debería traducirse en una publicación científica en los próximos meses.

Sesión Especial

Geoquímica, petrología y geodinámica del NW de México

Organizadores:

Jesús Roberto Vidal Solano
Ricardo Vega Granillo
Francisco Abraham Paz Moreno
Saúl Herrera Urbina
Abraham Mendoza Cordova
Luis Delgado Argote

SE12-1

DELETION OF THE CABORCA TERRANE AND RENAMING THE PAPAGO TERRANE

Jacques Ayala César y García y Barragán Juan Carlos
Instituto de Geología, UNAM
 jacques@unam.mx

The Caborca Terrane was, according to the Mojave-Sonora Megashear hypothesis, emplaced in its present position in the Late Jurassic. This terrain consists of Paleo- and Mesoproterozoic igneous and metamorphic basement rocks covered by Neoproterozoic and Paleozoic sedimentary rocks of North American affinity. This megashear was interpreted as a left-lateral strike slip fault with about 800 km of displacement and its main activity took place in the Late Jurassic. If we assume this hypothesis as correct, there should be no rocks of Jurassic nor Cretaceous ages within this tectonically emplaced block. However, recent discoveries indicate that there are Late Cretaceous rocks tectonically covered by the Cambrian sequence in the Sierra El Pando as well as in Cerro Arituaba. Also, the Upper Cretaceous was deposited upon the Cambrian (Cerros Rajón and Lista Blanca) and upon the Triassic (Sierras El Antimonio and Santa Rosa), as piggy-back basins. These features strongly indicate a different tectonic history as the one proposed by the megashear hypothesis. In the Early Cretaceous, the Bisbee Group was deposited in a marginal marine, topographically low-lying, retro-arc basin. No sediments derived from the Caborca Terrane are present; most are derived from volcanic sources. In the Upper Cretaceous the tectonic regime changed to a foreland, continental, basin. Sediment source continued to be mainly from volcanic rocks, except for the presence of well-rounded quartz-arenite pebbles to boulders. Locally, clasts derived from the Paleozoic sequence can be observed. Both the Lower and Upper Cretaceous are deformed by folding. However, in NW Sonora, the Upper Cretaceous displays a strong deformation: folding, shearing and metamorphism. The mountain belt extending from Sonoita to Estación Llano is formed by these sheared rocks. Because the Bisbee Group does not display this intense deformation, they were placed in the Jurassic. However, U-Pb zircon ages indicate that these rocks are, at least in part, Late Cretaceous. The protolith of the Altar Schist is younger than 74 Ma. All these evidence strongly suggests that the Mojave-Sonora Megashear did not exist or was much older than Jurassic. Therefore, we must delete this feature from the tectonic evolution of NW Sonora. On the other hand, the Papago terrain was proposed as a latest Cretaceous-Paleocene regional thrust fault. As this fault does not end against the megashear, but continues southward, we propose to rename it as the Pápago Main Thrust of the orogenic system.

SE12-2

CONTEXTO TECTÓNICO DE LAS SECUENCIAS VOLCÁNICAS Y PLUTÓNICAS DEL JURÁSICO TARDÍO-CRETÁCICO TEMPRANO EN EL ÁREA DE CALMALLÍ-EL ARCO, EXTREMO MERIDIONAL DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA

Delgado-Argote Luis A.¹, Caballero Ramírez Víctor H.², Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe², Weber Bodo³, Vega-Granillo Ricardo³ y Jaimes Lugo Marlyne J.²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²CICESE

³Universidad de Sonora, UNISON
 ldelgado@cicese.mx

En el área Calmallí-El Arco, en el extremo meridional del Cinturón Batolítico Peninsular, aflora una secuencia prebatolítica deformada y metamorizada que está intrusada por un plutón cretácico sin deformación. Dicha secuencia, principalmente ígnea, aflora en las sierras El Arco, Cananea y El Veteado y consta de varias unidades litológicas que incluye desde rocas intrusivas ultramáficas (peridotitas, piroxenitas y cuñas de serpentinita) y máficas (gabro y diorita), hasta lavas (localmente almohadilladas) y depósitos volcánoclasticos con calizas interestratificadas en la parte estratigráficamente más alta. El conjunto estratificado está expuesto a lo largo de 17 km, buzando 70°NE en promedio. Las lavas dominan en la base y en la parte superior de la columna, hacia el NE, es común el desarrollo de milonitas en las secuencias volcánoclasticas y calcáreas. Aproximadamente en la zona de transición de los dominios andesíticos y volcánoclasticos de la sierra Cananea aflora la serie intrusiva de gabro-diorita y peridotita-piroxenita en arreglo paralelo a la foliación de la secuencia volcánica. Con base en los diagramas Zr/TiO₂ vs Nb/Y y V/(Ti/1000) la secuencia volcánica es de composición basáltico-andesítica de ambiente de arco de islas. Se interpreta que la edad de la secuencia es contemporánea a la reportada para la mineralización de El Arco (164.7±6.5 Ma U-Pb en zircón de granodiorita y 164.1±0.4 Ma Re-Os en molibdenitas según Valencia et al. 2006). El plutón Cretácico Calmallí, que aflora ampliamente en la parte norte de la sierra El Arco es de aspecto zonado, varía desde gabro de 2px hasta tonalita de hornblenda y biotita, e intrusión a la secuencia prebatolítica jurásica en diferentes sectores, principalmente del norte de la sierra El Arco. El emplazamiento plutónico fue favorecido por la disposición casi vertical de la secuencia jurásica deformada alrededor de los 130 Ma, edad inferida por correlación con edades de zircones sedimentarios en localidades hacia el W. La secuencia que incluye desde rocas ultramáficas hasta lavas almohadilladas es similar a secuencias ofiolíticas de suprasubducción emplazadas en arcos, aunque su asociación con derrames andesíticos y volcánoclasticos, la variación composicional

en los intrusivos (peridotita-piroxenita-gabro-diorita) y su emplazamiento subvertical (incluso milonítica), permiten suponer su asociación con cámaras magmáticas con evidente fraccionamiento cristal-líquido. Se interpreta también que la deformación milonítica observada en la secuencia jurásica de arco es consecuencia de la cercanía con la zona de contacto con la secuencia continental paleozoica expuesta hacia el oriente. Valencia et al. 2006, Journal of South American Earth Sciences, 22, 39-51.

SE12-3

ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DE LOS PLUTONES AL SUR DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR (CBP), BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe, Delgado-Argote Luis A., Weber Bodo y Avilez Serrano Porfirio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 xtorres@cicese.edu.mx

Al Sur del (CBP) se han identificado tres zonas con características composicionales y magnéticas diferentes; Zona I (W) donde dominan rocas plutónicas Cretácicas (128.1 Ma) de composición gabroica y diorítica encajonadas en rocas metavolcánicas Jurásicas (Js) en facies de esquistos verdes, con una respuesta magnética alta; Zona II (Centro) donde afloran tonalitas y granodioritas con edad promedio de 110 Ma, encajonadas en rocas similares a la Zona I; Zona III (E) formada por plutones tonalíticos y graníticos con edades U/Pb de 100 Ma, encajonados en metasedimentos del Paleozoico, con una respuesta magnética casi nula. Las rocas intrusivas jurásicas no deformadas de la península de Vizcaino son de tipo I y están encajonadas por una secuencia ofiolítica del Triásico-Jurásico. El resultado del análisis geoquímico e isotópico de 11 plutones distribuidos desde el extremo oeste de la península de Vizcaino hasta la Sierra La Libertad al este de Baja California muestra que: Los patrones de tierras raras (REE) del plutón San Roque en Vizcaino son subhorizontales con moderado enriquecimiento de tierras raras ligeras (LIL) con respecto a las pesadas (HREE); los valores ²Nd de hasta 9.0, sugieren que son magmas poco evolucionados asociados con corteza primitiva. Al oeste del CBP los intrusivos gabroicos de tipo I, tienen patrones horizontales de REE similares a los de Vizcaino y las tonalitas presentan anomalías negativas de Eu, un enriquecimiento ligero en LIL sin llegar a ser significativo y ²Nd de 6.7, indicando que también en esta zona los intrusivos están relacionados con corteza primitiva, aunque es posible observar enriquecimiento y fraccionamiento magmático en rocas más evolucionadas como las tonalitas. En los plutones del centro existe una combinación de rocas tipo I y tipo S; es evidente un enriquecimiento en LIL con tendencias hacia magmas más evolucionados. Los valores de ²Nd varían entre 4.0 a -3.2 lo cual sugiere una progresiva asimilación de sedimentos hacia el Este. En los intrusivos del Este las concentraciones de aluminio son altas (tipo S) y las REE están enriquecidas en LIL con tendencias subhorizontales en las HREE; el ²Nd varía de 1.7 a -1.7. Los patrones de Tierras Raras y el ²Nd de los plutones muestran una evolución composicional de manera gradual en sentido transversal a la península (W-E), estos resultados sugieren el emplazamiento de magmas en tres zonas distintas de la corteza: una zona oeste que coincide con la mencionada Zona I donde domina una corteza primitiva u oceánica; una zona transicional que coincide con la Zona II que representa el área de traslape entre una corteza oceánica y una continental y una zona III en la que predominan plutones que han atravesado corteza continental. Se concluye que las diferencias petrológicas, geoquímicas e isotópicas en los plutones cretácicos al sur del CBP se deben a su interacción con la roca encajonante, y que su emplazamiento es posterior a la acreción tectónica entre el arco de islas Jurásico desarrollado en corteza oceánica y los metasedimentos paleozoicos del cratón.

SE12-4

ESTUDIO GEOQUÍMICO DEL BASAMENTO DEL NW DE MÉXICO, (MAZATLÁN SINALOA), NUEVAS CONTRIBUCIONES.

Arrieta García Gerardo Fernando¹, Schaaf Peter², Maldonado Villanueva Roberto³ y Solís Pichardo Gabriela³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

arrietagerardo@hotmail.com

El basamento del NW de México representa un reto importante para su estudio, debido a los escasos afloramientos y amplia separación geográfica entre ellos. La gran cobertura que representa la Sierra Madre Occidental (SMO) es otro factor determinante que impide en muchos casos tener una buena percepción de los límites de las unidades anteriores. Una mejor comprensión del registro geológico en Mazatlán y sus alrededores, así como la caracterización geoquímica e isotópica enriquecerá el estudio de la apertura del Golfo de California y de los ambientes magmáticos dominantes previos a dicho evento. Hasta ahora, en dicha región, trabajos previos han identificado la siguiente estratigrafía: una formación clástica metamórfica intrusada por un ortogneis de 157 Ma y un complejo máfico de 134 Ma que se ha interpretado como el primer pulso de los tres que ensamblan el Batolito de Sinaloa. El segundo pulso se distingue por su génesis sintectónica y composición tonalítica (100 Ma) y el último posttectónico de composición granodiorítica (46-83 Ma). Los trabajos geocronológicos en esta área suelen complicarse debido al complejo registro térmico, la homogeneidad composicional, actividad hidrotermal y

las relaciones de contacto ocultas bajo la cobertura de la SMO. En este trabajo se expondrán nuevos datos geocronológicos que otorgan mayor detalle a dicha estratigrafía, haciendo evidente la complejidad de este batolito. Se discutirá la posible adición de otro pulso magmático (136 Ma) de composición félsica, lo que sugiere que la edad conocida para los gabros que componen el pulso máfico sea consecuencia de una rehomogeneización isotópica. También se expondrán nuevas edades para la unidad basal (ortogneis) que las previamente reportadas (157 Ma). Como complemento para este trabajo se llevó a cabo la recolección de xenolitos peridotíticos en rocas cuaternarias de Punta Piaxtla, relacionadas a la apertura del Golfo de California. Se presentará su petrografía, geoquímica e isotopía así como una comparación con xenolitos de otras localidades. Esto nos otorga una ventana a la composición del manto para esta zona.

SE12-5

EL COMPLEJO YELAPA: NUEVAS APORTACIONES AL BASAMENTO DEL BATOLITO DE PUERTO VALLARTA

Díaz López Luis Fernando¹, Schaaf Peter², Hernández Treviño Teodoro¹ y Solís Pichardo Gabriela³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

fernando-diaz@ciencias.unam.mx

La ciudad de Puerto Vallarta y el municipio de Cabo Corrientes Jalisco, corresponden geológicamente al gran batolito de Puerto Vallarta, un cuerpo intrusivo de rocas granitoides que comprende tonalitas, granodioritas y granitos con una extensión de aproximadamente 9000 Km². Varios autores han definido en gran parte las características geológicas, geoquímicas y geocronológicas de este batolito, incluyendo hipótesis sobre su origen y su posible basamento. Estas hipótesis se quedaron limitadas debido a la ausencia de evidencia física de este basamento en el área y la falta de esto se asocia a la erosión tectónica y a los eventos de emplazamiento de la Sierra Madre Occidental que cubren las rocas cratónicas. Las primeras evidencias sobre el basamento del Bloque de Jalisco fueron reportadas por Valencia et al. (2013, CMP) con mica-esquistos y esquistos bien foliados en la región de Cuale, el Tuito y Yelapa. En este proyecto hemos intensificado las investigaciones en rocas del basamento del batolito de Puerto Vallarta. Encontramos una unidad metamórfica de amplias dimensiones que es asimilada por los granitoides y que proponemos designar como "Complejo Yelapa". El Complejo Yelapa aflora en la porción norte-central del municipio de Cabo Corrientes, en los poblados de Chacala, Ixtlahuahuey, La Saucedá, Chimo, Corrales y Yelapa. Se caracteriza por un agregado de rocas metamórficas que van desde metasedimentos, esquistos bien foliados, esquistos de biotita, hasta paragneises y ortogneises muy plegados. Su paragénesis se caracteriza por un alto contenido de mica oscura, cuarzo, feldespato, plagioclasa, hasta una paragénesis de sillimanita, granate, muscovita, cuarzo y feldespato en un paragneis cerca del poblado de Chimo; lo que indica un grado de metamorfismo que va de facies de esquistos verdes a anfíbolíticas. Estas rocas son intrusadas por dos generaciones de diques; la generación más vieja está constituida por diques pegmatíticos cuarzofeldespáticos con hornblenda y son deformados junto con la secuencia metamórfica. La segunda generación corta a toda la secuencia metamórfica y son diques pegmatíticos cuarzofeldespáticos con alto contenido de mica blanca. Se recolectaron una serie de esquistos, paragneises y ortogneises, así como de los granitoides que rodean al complejo con el objetivo de caracterizar lo más detallado posible al Complejo Yelapa. Para esto se realizó un estudio petrográfico, geoquímico y geocronológico, para definir las fases minerales, paragénesis, características geoquímicas y precisar una edad para el complejo metamórfico y los granitoides del área de estudio. En el caso de los granitoides se obtuvo la geoquímica y geocronología para contar con un parámetro más del batolito de Puerto Vallarta y determinar las relaciones de este con el complejo Yelapa, ya que todo indica que el Complejo Yelapa constituye el basamento del batolito de Puerto Vallarta en la región de Cabo Corrientes.

SE12-6

EL MAGMATISMO ANOROGÉNICO «GREENSTONES-METABASITAS» DEL LÍMITE CÁMBRICO-PRECÁMBRICO DE LA REGIÓN DE CABORCA, SONORA, MÉXICO: CARACTERÍSTICAS PETROGENÉTICAS Y DISCUSIONES ACERCA DE SU POSICIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Barrón-Díaz Arturo^{1,2}, Paz Moreno Francisco Abraham², Centeno-García Elena¹, Herrera-Urbina Saúl¹ y Demant Alain⁴

¹Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, UNAM

²Departamento de Geología, División de Ciencias Exactas y Naturales, UNISON

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Université Aix-Marseille, Francia

z_knight@hotmail.com

La región de Caborca contiene una de las secuencias paleozoicas y precámbricas más completas de Sonora. Sin embargo la posición precisa del límite cámbrico-precámbrico no se encuentra claramente definida, aún cuando podemos encontrar diversos estudios estratigráficos y paleontológicos, por medio de los cuales se ha logrado una buena aproximación sobre la base de las unidades

sedimentarias. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en una investigación petrogenética del magmatismo de la región de Caborca, localizado estratigráficamente hacia la base de la secuencia cámbrica. Los estudios se realizaron en las localidades de: Cerro Calaveras, Cerro San Agustín, Cerros Aquituni (extremo sur) y Cerros de la Ciénega (San Marcos). Se reconocieron dos estilos de emplazamiento: Un primer grupo de filones métricos (sills) clasificados como metagabros, pertenecen a un magmatismo ultramáfico que se presume de edad precámbrica. Se encuentra metamorfozado y su grado de alteración es muy avanzado, por lo que solo se pueden reconocer fantasmas de la mineralogía primaria actualmente remplazada por óxidos de Fe-Ti y carbonatos. El segundo grupo se compone por una secuencia de derrames de lava y en menor proporción por rocas piroclásticas, conformado de metabasaltos y metabasinitas con alteración propilítica y una asociación mineralógica de: epidota, actinolita, clorita, titanita y calcita, que le imprimen un color verde característico a estos greenstones. Los estudios geoquímicos evidencian un magmatismo ultramáfico primitivo que presenta valores elevados de Mg>60, Cr>950 ppm, Ni>400 ppm, para las rocas más antiguas, atribuidas al Precámbrico, en cambio los derrames Cámbricos que presentan valores equivalentes de Mg>60, son más pobres en Cr<670 ppm y Ni<250 ppm. El magmatismo se atribuye a la Serie magmática Alcalina media, con una baja subsaturación en sílice (presencia de Ne normativa <5%), aunque en el caso de las lavas del Cerro Calaveras, se presenta una evolución en el tiempo desde la Serie magmática Transicional con una saturación en sílice (ausencia de Ne y Qz normativos). Por su relación K/Na>1 son consideradas de la Secuencia potásica. Presentan firmas anorogénicas del tipo OIB características, materializado en los diagramas multielementales por un espectro en «joroba», marcado por una ausencia de anomalía negativa en Nb-Ta con respecto al Ba. El carácter anorogénico del magmatismo también se sustenta en los diagramas de discriminación de ambiente geodinámico, los cuales utilizan elementos trazas inmóviles {Hf, La, Nb, Ta, Th, Y, Yb, Zr}. Debido a su carácter potásico y relaciones de campo se precisa se trata de un volcanismo de tipo intraplaca continental que pudo haber sido provocado por la apertura de un rift y estar relacionado a los aulacógenos que se desarrollan al SW de los EE.UU. Actualmente se realiza un seguimiento de esta investigación, enfocado en obtener una edad radiométrica precisa para este magmatismo de la región de Caborca y en estudiar más afloramientos para establecer una correlación de valor regional, que permita conocer mejor sus mecanismos de emplazamiento y el ambiente geodinámico imperante.

SE12-7

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS EVENTOS VOLCÁNICOS DEL MIOCENO EN LA SIERRA EL AGUAJE, PORCIÓN COSTERA DE SONORA, MÉXICO.

Velderrain Rojas Luis Alonso y Vidal Solano Jesús Roberto
Universidad de Sonora, UNISON
luis1523@hotmail.com

La Sierra El Aguaje (SEA), en la franja costera de Sonora, está mayormente representada por vestigios volcánicos de tipo anorogénico relacionados con el desarrollo del Proto-Golfo de California en el Mioceno Medio-Superior. Estos descansan sobre un intrusivo granodiorítico asociado al Batolito Laramide de Sonora. El inicio del volcanismo en esta región (21-15 Ma) consiste en una serie de flujos de lava, que varían de andesitas a basaltos, como resultado del último episodio de un arco continental en el Mioceno. Al término de la subducción, ocurrió un extenso evento volcánico de afinidad hipercalcina que ha sido reconocido tanto en Sonora como en Baja California. Parte de este evento ha sido reconocido en las inmediaciones de la SEA, representado por la Ignimbrita de Hermosillo-Toba de San Felipe, un excelente marcador estratigráfico para el Mioceno Medio-Superior. En la zona central del área de estudio, es evidenciado un microgranito de textura granofírica que es cortado, en la parte Oeste, por un extenso enjambre de diques hipo-volcánicos félsicos con facies vítreas en sus bordes y la presencia de esferulitas de tipo plumosa como indicadores de altas temperaturas de emplazamiento (700-800°C). Estos diques hipo-volcánicos son los conductos alimentadores del volcanismo más extenso en la región de estudio llamado Formación El Parral (11-10 Ma), que es afectado por una deformación trastensional de extensión NW-SE. Cubriendo discordantemente a este volcanismo félsico, se encuentra la Formación Volcánica El Guajare, compuesta por las lavas intermedias a máficas, las más jóvenes del área de estudio (10-8 Ma). Un estudio geoquímico apoyado en un estudio petrográfico, arroja como resultado un vínculo genético entre todos los eventos volcánicos anorogénicos en la Sierra El Aguaje y, una correlación con las manifestaciones toleíticas del Mioceno Superior que ocurren en la franja costera de Sonora.

SE12-8

CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE LAS RIOLITAS CON PERLITA Y OBSIDIANA EN SONORA, MÉXICO: IMPLICACIONES GEOLÓGICAS PARA SU FORMACIÓN.

Vidal Solano Jesús Roberto¹, Hinojosa García Hector² y Hinojosa Prieto Hector³¹Universidad de Sonora, UNISON²Depto. de Ingeniería Química y Metalurgia, Universidad de Sonora³University of Köln, Institute of Geology and Mineralogy, Department of Earthquake Geology, Bergisch Gladbach, Germany
jrvidal@ciencias.uson.mx

Con el fin de conocer el significado geológico de las unidades riolíticas que desarrollan facies perlíticas con obsidiana en el Estado de Sonora, se desarrolló una investigación que involucró información de su ocurrencia espacio-temporal y una caracterización petrográfica y geoquímica. Los resultados muestran que la gran mayoría de las lavas que desarrollaron estas facies, son derivadas de dos eventos geológicos con características geoquímicas específicas: A) el primero de afinidad calco-alcalina y más antiguo (Oligoceno-Mioceno Inferior), corresponde a los últimos episodios volcánicos de la secuencia que conforma a la Sierra Madre Occidental (SMO). Sus voluminosos afloramientos se caracterizan generalmente por ubicarse en el Oriente del Estado, siguiendo una franja, con orientación NW-SE, que se extiende cientos de kilómetros al pie de la SMO; B) el segundo de afinidad hipercalcálica, se relaciona con esporádicas manifestaciones en antiguos campos volcánicos asociados al Proto-Golfo de California en el Mioceno Medio-Superior. Estos discretos afloramientos ocurren en sierras aisladas y en ocasiones ya denudadas dentro de la llanura costera sonorense, al Oeste del Estado. Ambos eventos produjeron mayormente domos riolíticos, que desarrollaron una perlitización permitiendo la ocurrencia de obsidiana solo en nódulos centimétricos (tipo MARAKENITA o LAGRIMAS DE APACHE) a diferencia de otros cuerpos volcánicos en el mundo donde se presentan grandes bloques formando un caparazón fragmentado. Este factor, que es aunado a una ausencia de depósitos sedimentarios asociados a los yacimientos, puede indicar un super-enfriamiento de los cuerpos en su emplazamiento posiblemente indicando una presencia importante de agua meteórica o nieve en el sistema. La información de ambos eventos geológicos es de gran importancia, ya que proporciona una guía en la prospección de nuevos yacimientos de perlita en el Estado de Sonora y ayuda a esclarecer los estudios de procedencia de los materiales líticos arqueológicos de obsidiana en la región.

SE12-9 CARTEL

ALGUNAS APORTACIONES AL ESTUDIO DEL VOLCANISMO ANOROGÉNICO DEL MIOCENO MEDIO EN LA PORCIÓN SUR DE LA SIERRA LIBRE, SONORA MÉXICO

Pérez-Aguilar Lidio y Vidal Solano Jesús Roberto
Universidad de Sonora, UNISON
lidgeo@gmail.com

La Sierra Libre es un rasgo orográfico, formado por un macizo montañoso rugoso, dentro de la parte sur-central de Sonora, tiene una forma alargada y presenta un eje longitudinal con dirección aproximada NW-SE, con una anchura máxima de 25 km y longitud aproximada de 44 km, su área es de ~ 611.070 Km² y elevación máxima de 1,180 metros sobre el nivel del mar. En términos geológicos, la Sierra Libre es un elemento morfotectónico, tipo alto estructural, dentro de la parte central de la Provincia Extensional del Golfo de California, producto de la construcción de un intenso volcanismo efusivo y explosivo, constituido por un conjunto heterogéneo de rocas lávicas y piroclásticas de tipo ignimbítico, derivadas de magmas riolíticos hipercalcálicos, basálticos y andesíticos en menor proporción. Con fines de seguir documentando dicho volcanismo, un levantamiento geológico fue efectuado en el cuadrángulo suroeste de la región de estudio, que permitió el reconocimiento de otras rocas anorogénicas que también componen la secuencia litológica. La parte inferior de la secuencia volcánica es dominada por el marcador estratigráfico, conocido como la Ignimbrita de Hermosillo-Toba de San Felipe, el cual presenta un vitrofiro de base con fenocristales de feldespato alcalino, piroxeno y fayalita. Continuando con la secuencia aparece discordantemente un depósito máfico de oleada piroclástica. Descansando discordantemente sobre estos dos primeros depósitos se encuentra una secuencia de seis derrames basálticos doleríticos de plagioclasa y olivino, con sus brechas de base de cada uno de ellos, y que ocurren de manera amplia hacia la parte meridional y limítrofe de la Sierra. Continuando hacia la cima de la secuencia es posible observar, muy localmente, y de manera discordante, una ignimbrita lítica de grado bajo y cuyo emplazamiento pudo obedecer a un relleno de un paleocanal. Finalmente, en la parte superior de la secuencia de las rocas aflorantes, se encuentran potentes derrames andesítico-dacíticos de facies brechoides en la base, que engloban a juveniles vítreos de color negro satinado, que pudieran corresponder con las unidades islandíticas reportadas en localidades aledañas. La identificación de estas unidades en la Sierra Libre muestra que existe una significativa variación latitudinal del volcanismo, concibiendo una mínima presencia de riolitas en la parte sur de este macizo rocoso.

SE12-10 CARTEL

A METAMORPHIC ORIGIN FOR THE HYDROTHERMAL FLUIDS FORMING THE GOLD-BEARING QUARTZ VEINS FROM THE LARAMIDE CABORCA OROGENIC GOLD BELT OF NW SONORA: AN OXYGEN, HYDROGEN AND SULFUR ISOTOPIC STUDY

Izaguirre Aldo y Iriando Alexander
Centro de Geociencias, UNAM
aldoizapo@gmail.com

An oxygen, hydrogen, and sulfur isotopic study was undertaken on a variety of hydrothermal minerals aiming to determine the origin of the mineralizing fluid that formed the gold-bearing quartz veins of the Caborca Orogenic Gold Belt (COGB). The COGB forms an elongated area in northwestern Sonora of ~600 km long and ~60–80 km across with a general NW-SE orientation; furthermore, the northernmost portion of the belt includes parts of southwestern Arizona and southeasternmost California. Hypogene mineralization consists mostly of quartz, carbonates, white mica, pyrite and galena. The mineralizing fluid altered host rocks causing pervasive silicification, sericitization, chloritization, epidotization and pyritization. Younger, possible Miocene, supergene alteration is also observed in some locations (e.g., oxidation of pyrite). The age of hypogene mineralization for the COGB veins has been previously established between ~70–36 Ma (Late Cretaceous-Eocene) with a main age peak at ~61 Ma. This age has been interpreted as representing the time of fluid migration from confined sources deep in the middle crust into more surficial levels (4–10 km) to finally precipitate as quartz veins during the last stages of the Laramide Orogeny for this section of the North American Cordillera. A representative sampling of quartz veins along the entire COGB was used to determinate quartz isotopic $\delta^{18}\text{O}$ values between 16.5–7.2 ‰ (n = 42), indicating that the mineralizing fluid in equilibrium with the quartz ranged from 10.8 to 1.6 ‰ at an estimated temperature of 350 °C. In the same way, hydrothermal white micas were analyzed for hydrogen isotopes and δD values between 107 to –39 ‰ (n = 39) were obtained, with an estimated fluid value between 69 and –1 ‰. Moreover, sulfides from the quartz veins were analyzed to obtain $\delta^{34}\text{S}$ values between 7.3 and –5.7 ‰ on pyrite and between 5.2 and –9.5 ‰ on galena. Using stable isotopic data on coexisting mineral pairs of sulfides (pyrite-galena; n = 15) as well as pairs of silicates (quartz-white mica; n = 27) we calculated vein formation temperatures between ~200–400 °C, with an average of ~350 °C. Isotopic data for the fluid, calculated at ~350 °C and plotted in a δD vs. $\delta^{18}\text{O}$ discrimination diagram, suggest that the quartz veins were derived from a fluid with strong affinity to metamorphic waters, perhaps generated at significant crustal depths (>30 km) due to a process of metamorphic dehydration of water-rich minerals (e.g., amphibole) from basement rocks. This basement dehydration was most likely triggered by a significant crustal thickening due to Laramide compression in this section of the North America Cordillera. Finally, some isotopic data patterns slightly change spatially from West to East in the COGB area. This feature could be caused by a progressive migration of the source of the hydrothermal fluids while the subducting oceanic plate was flattening in the Sonoran section of the North American Cordillera; the metamorphic fluids could have been modified by passing through different basement rocks in the easternmost area of the COGB.

SE12-11 CARTEL

EDADES CRETÁICAS DE ROCAS BATOLÍTICAS DE ISLA TIBURÓN, GOLFO DE CALIFORNIA: GEOCRONOLOGÍA U-PB EN ZIRCONES MEDIANTE TÉCNICAS DE ABLACIÓN LÁSER E ICP-MS

Niño Estrada Leonardo¹, Iriando Alexander², García Flores Roberto³, McDowell Fred W.⁴, Izaguirre Aldo², Bennett Scott E.K.⁵ y Oskin Michael⁶¹Facultad de Ciencias, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM³Jefatura de Ingeniería en Geociencias, Universidad Estatal de Sonora⁴The University of Texas at Austin, Department of Geological Sciences⁵University of California Davis, Department of Earth and Planetary Sciences
topstein_2@hotmail.com

Isla Tiburón es la isla de mayor tamaño del Golfo de California y pertenece al estado de Sonora. Su extensión estimada es de ~1208 km². Isla Tiburón está dominada por secuencias de rocas extrusivas cenozoicas tales como basaltos, andesitas y rocas piroclásticas variadas (Gastil et al., 1974). Trabajos previos también han propuesto la existencia de cuerpos batolíticos de composición principalmente tonalítica y diorítica de edad cretácico superior. Estas rocas plutónicas intruyen un basamento prebatolítico representado por pequeños bloques de rocas sedimentarias y metamórficas (ej., filita y esquisto) de edad mesozoica y, menos probablemente, de edad precámbrica, englobados en la masa granítica. Toda esta geología ha sido cubierta desde el Cuaternario hasta el presente por depósitos aluviales y fluviales. La motivación de este estudio ha sido el obtener edades U-Pb de cristalización de circones de las unidades plutónicas presentes en Isla Tiburón para evaluar su relación con las rocas batolíticas de Baja California y de la zona costera de Sonora. Los trabajos geocronológicos previos de K-Ar en minerales (Gastil y Krummennacher, 1977) y de Rb-Sr en roca total y biotita (Schaaf et al., 1999) son generalmente considerados como menos confiables que los estudios de U-Pb en circones. En particular, en este estudio presentamos fechamientos U-Pb en circones

empleando el método de ablación láser conectado a un ICP-MS. Los circones fueron separados por técnicas convencionales para su posterior montaje y caracterización mediante estudios petrográficos (luz reflejada y transmitida) y de catodoluminiscencia (SEM-CL) para la elección de los lugares de análisis/ablación. Presentamos resultados geocronológicos de circones de 5 muestras de tonalitas. Estas edades representan edades medias ponderadas $206\text{Pb}/238\text{U}$ que interpretamos como edades de cristalización de los magmas generadores de las tonalitas. 90.0 ± 1.1 Ma. TIB-10-30 norte falla La Cruz 86.7 ± 0.7 Ma. TIB-10-12 sur falla La Cruz 84.4 ± 0.9 Ma. BA-99-2 norte falla Yawassag 83.4 ± 0.9 Ma. TIB-10-14 norte falla Yawassag 82.6 ± 0.9 Ma. TIB-10-57 Isla Patos Es de destacar el corto rango de edades de cristalización (90–83 Ma) obtenidas para este pulso de composición tonalítica. También es importante subrayar la ausencia de circones heredados en estas muestras, quizá reflejando la inexistencia de basamento cristalino significativamente más viejo (ej., jurásico, precámbrico) o simplemente indicando el carácter mantélico juvenil de los magmas generadores de las tonalitas. Por último, mencionar que estas edades cretácicas de cristalización de las rocas batolíticas presentes en Isla Tiburón facilitarán los esfuerzos actuales para evaluar la idea de la migración, hacia el continente, del arco magmático cordillerano del NW de México durante el cretácico superior y terciario inferior, efecto este interpretado como respuesta al cambio de ángulo de subducción (horizontalización) de la placa oceánica Farallón al emplazarse debajo de la placa continental norteamericana (ej., Ortega-Rivera, 2003; Valencia-Moreno et al., 2006; Ramos-Velázquez et al., 2008).

SE12-12 CARTEL

PLAN PARA UN MUESTREO SISTEMÁTICO DE CILINDROS ORIENTADOS EN ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS DE LAS UNIDADES MIOCÉNICAS ASOCIADAS AL PROTO-GOLFO DE CALIFORNIA EN SONORA.

Olguín-Villa Angel Enrique¹, Vidal Solano Jesús Roberto² y Alva Valdivia Luis Manuel³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Universidad de Sonora, UNISON

³Instituto de Geofísica, UNAM
aolguinv@gmail.com

Establecer las unidades de interés sobre la secuencia volcánica Neógena relacionada al Proto-Golfo de California en Sonora y ubicar los sitios adecuados para el muestreo paleomagnético fue posible gracias al análisis e integración de imágenes satelitales, cartas magnéticas, fotografías aéreas y la recopilación bibliográfica de los trabajos geológicos previos en las localidades de estudio. La creación de una base de datos con esta información permitió localizar con precisión la distribución de sus vestigios volcánicos, que para fines prácticos se dividieron en 3 zonas; Norte, Centro y Sur. En estas zonas, se investigarán las secuencias volcánicas miocénicas distribuidas en la Provincia Extensional del Golfo de California en el Estado de Sonora, realizando un muestreo in-situ sistemático bajo la obtención de cilindros orientados, que permitan el estudio paleomagnético de las principales unidades magmáticas, a la vez que un estudio petrológico encaminado a determinar su composición química y edad. El análisis paleomagnético permitirá tener un mejor control de la secuencia estratigráfica, de las correlaciones litológicas y de la deformación de los bloques. Las áreas de estudio se dividieron como: Zona 1 Norte; Zona 2 Centro; Zona 3 Sur, y comprenden las localidades: Zona 1; San Miguel de Horcasitas, Rayón, Sierra Picú, Puerto Libertad. Zona 2: Hermosillo, Ortiz, Falso Gorgus, Cerro La Ceja, San José de Batuc, Tastiota, Cerros Colorados. Zona 3: Sierra Libre, Sierra Bacatete, Guaymas, Graben de Empalme, Sierra el Aguaje, Sierra Tinajas del Carmen. Dichos sitios de interés han sido seleccionados por contener unidades por debajo y/o encima del marcador estratigráfico IGH-TSF del Grupo Sierra Libre del Mioceno medio. La obtención de estos datos servirá para definir la evolución geodinámica del Mioceno medio en la región, en particular, en lo que se refiere al cese de la actividad tectónica en subducción y el nacimiento del límite divergente de placas. Estas investigaciones permitirán identificar el origen de los líquidos magmáticos y su evolución, tanto en tiempo (previo a la apertura del Golfo de California), como en el espacio, estableciendo una relación entre el magmatismo y la configuración de las placas tectónicas establecida para el Mioceno, sin perder de vista el estilo de deformación que imperó en la región.

Sesión Especial

Reconectando el Río Colorado con el Golfo de California: una iniciativa binacional

Organizadores:

Jorge Ramírez Hernández
Rogelio Vázquez González
Mario Alberto Fuentes Arreazola

SE13-1

EL FLUJO PULSO DEL ACTA 319: ASPECTOS BINACIONALES DE GESTIÓN DEL RÍO COLORADO

Bernal Rodríguez Francisco A. y Reséndez Maldonado Adriana
Comisión Internacional de Límites y Aguas, CILA
fbernal@cila.gob.mx

El flujo Pulso del Río Colorado considerado como un logro ambiental histórico en la gestión de los asuntos binacionales del agua entre México y los Estados Unidos, es un aspecto del Acta 319 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la cual contiene un amplio paquete de medidas de cooperación entre los dos países para la administración del agua del Río Colorado, que incluye además inversiones en proyectos de conservación en México que permitirán la generación de agua para el medio ambiente, entre otros aspectos. El Acta 319 establece el compromiso entre los gobiernos de México, Estados Unidos y una coalición de organizaciones de la sociedad civil de ambos países para derivar 195 millones de metros cúbicos (Mm3) los cuales se dividieron en Flujo Pulso, 130 (Mm3) y Flujo Base, 65 (Mm3). El Flujo Pulso, se derivó del 23 de marzo al 18 de mayo de 2014, de acuerdo al hidrograma diseñado por un grupo binacional de expertos, conformado por científicos y representantes de los sectores gubernamental y no gubernamental, que a la vez lleva a cabo su monitoreo y la evaluación hidrológica y ambiental. El Flujo Base, por su parte se viene administrando por el Fideicomiso del Agua a cargo de las organizaciones de la sociedad civil, en coordinación con las áreas operativas de la CONAGUA y la CILA, y se derivará de manera programada durante el periodo de 2014 a 2017.

SE13-2

RESTORATION FLOWS TO THE COLORADO RIVER DELTA: MONITORING THE EFFECTS OF A LARGE LANDSCAPE EXPERIMENT

Schlatter Karen¹, Flessa Karl², Kendy Eloise³ y Binational Science Team Minute 319⁴

¹Sonoran Institute

²University of Arizona

³The Nature Conservancy

⁴Various

kschlatter@sonoraninstitute.org

The first transboundary flow of water for the environment was delivered to the Colorado River Delta in spring of 2014. This engineered spring flood of 130 million cubic meters (105,000 acre-feet) was implemented as part of Minute 319, an addition to the 1944 U.S.-Mexico Water Treaty. Minute 319 is a temporary agreement, expiring in 2017. Teams of scientists from government agencies, universities, and environmental NGOs from both the U.S. and Mexico are measuring the surface flow rates, inundation, ground water recharge, ground water levels and subsurface flows, geomorphic change, recruitment, survival and health of vegetation, and avian response to the environmental flow. Monitoring includes on-the-ground observations and measurements and remote sensing. Surface water from the pulse flow reached restoration sites, prompted germination of both native and non-native vegetation, recharged groundwater and reached the Gulf of California – the first reconnection of the Colorado River and the sea in 16 years. People in local communities joyously welcomed the return of the river; extensive media coverage was overwhelmingly positive – despite widespread drought in the West. After about ten weeks, most of the pulse flow had infiltrated the subsurface, ponded in a few cut-off meanders, or run to the sea. The river no longer flows. Monitoring of seedling survival, groundwater, vegetation and wildlife will continue through 2017. Results of this landscape-scale experiment may affect negotiations to renew the agreement, and help model and design future flows that efficiently use water for restoration in this and other semi-arid river systems.

SE13-3

RESPUESTA ESPACIO-TEMPORAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI AL FLUJO PULSO 2014 EN EL RÍO COLORADO. RESULTADOS PRELIMINARES

Ramírez Hernández Jorge¹, Rodríguez Burgueño Jesus Eliana¹ y Vázquez González Rogelio²

¹Instituto de Ingeniería, UABC

²Departamento de Geofísica Aplicada, CICESE
jorger@uabc.edu.mx

Durante la primavera del 2014 se descargaron 130 hm3 de agua en el cauce del Río Colorado (RC) denominado flujo pulso, como parte de los compromisos de la Minuta 319 firmada entre USA y México. El objetivo primordial de este volumen adicional fue proveer un flujo para el hábitat ripario del RC y del ecosistema del Delta. Este flujo dio lugar a un proceso de recarga del acuífero diferenciado en espacio y en tiempo. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de las variaciones espacio-temporales del nivel freático en las inmediaciones del cauce del RC por la infiltración del caudal vertido analizando sus variaciones y correlacionándolas con la geometría del río, la situación del nivel freático antes del flujo pulso, su respuesta durante la inundación del canal y las terrazas bajas del RC y su situación después de la descarga. El programa de monitoreo establecido para determinar esta recarga

consistió en la instalación y nivelación de una red piezométrica distribuida a todo lo largo del corredor ripario desde la Presa Morelos hasta el Vado Carranza. La red piezométrica consistió de 100 piezómetros distribuidos en secciones transversales al cauce del RC y en los sitios de restauración, así como la instrumentación de 79 piezómetros con sensores de presión con registros del nivel freático a intervalos de 2 minutos. Los resultados muestran la elevación inmediata del nivel freático en los piezómetros más próximos al canal principal aumentando el nivel piezométrico de forma similar a la descarga sobre el RC. No así, los piezómetros más distantes del canal principal que muestran una respuesta más suavizada y con menor amplitud. A su vez, las secciones localizadas en la porción sur de la zona de estudio, cercanas al Vado Carranza, muestran una respuesta más moderada tanto en elevación como en tiempo. Mediciones de aforos en diversos puntos a lo largo del cauce permitieron establecer el volumen de agua perdido por secciones de río, por la suma de volumen infiltrado, evapotranspirado o retenido en el cauce, el cual es contrastado con la estimación del volumen de recarga por secciones de piezómetros. Los resultados obtenidos permitirán, por un lado, establecer con mayor certidumbre la recarga del acuífero considerando diferentes caudales vertidos en descargas futuras y por otro, servirán como insumos a modelos de flujo en el acuífero.

SE13-4

ANÁLISIS DE VARIACIONES DEL NIVEL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN RESPUESTA A FENÓMENOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS (FLUJO PULSO).

Fuentes Mario¹, Vázquez González Rogelio¹ y Ramírez Hernández Jorge²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Instituto de Ingeniería, UABC
mfuentes@cicese.edu.mx

Un equipo binacional de científicos, agencias gubernamentales, universidades y ONG's diseñaron e implementaron un programa de monitoreo hidrológico del corredor ripario del Delta del Río Colorado con la finalidad de evaluar los efectos en los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, geomorfología, vegetación y vida silvestre antes, durante y después de la descarga de un flujo de 130 hm3 en el cauce seco del Río Colorado, en el Valle de Mexicali, denominado flujo pulso. El flujo de agua que fue liberado en la presa Morelos recorrió 160 km del cauce del Río Colorado durante los meses de marzo, abril y mayo del 2014, para finalmente alcanzar la desembocadura y reconectarse con el Golfo de California. Dentro de las actividades de monitoreo hidrológico se documentarán los impactos en el agua subterránea a corto y largo plazo debidos al flujo pulso y flujo base; para lograr este objetivo, UABC diseñó una red de 100 piezómetros en el área de estudio, de los cuales 46 fueron instrumentados con transductores de presión para monitorear variaciones del nivel del agua subterránea, con una frecuencia de muestreo de 2 minutos, durante la duración del flujo pulso. Además, CICESE instrumentó 4 pozos más con transductores de presión con una frecuencia de muestreo de 1 minuto. La integración de registros de variaciones de potencial hidráulico como consecuencia del flujo pulso serán analizadas con una metodología que se ha desarrollado e implementado en sitios particulares dentro del Valle de Mexicali; en donde se analiza la respuesta del nivel del agua subterránea a diversos fenómenos naturales y antropogénicos, como: presión barométrica, temperatura superficial, marea terrestre, y actividad sísmica, y que ha permitido la estimación de parámetros geohidrológicos, almacenamiento específico y coeficiente de almacenamiento en las inmediaciones de algunos pozos, con base en registros históricos de fluctuaciones de nivel del agua. Siendo este flujo pulso un evento antropogénico extraordinario que permitirá extender el cálculo de parámetros geohidrológicos y que proporcionará importante información para lograr un mejor conocimiento de las propiedades del subsuelo presente en el Valle de Mexicali.

SE13-5

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA INVERSO PARA LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOHIDROLÓGICOS EN RESPUESTA AL FLUJO PULSO Y REGISTROS HISTÓRICOS.

Vázquez González Rogelio¹, Fuentes Mario¹ y Ramírez Hernández Jorge²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Instituto de Ingeniería, UABC
rvazquez@cicese.mx

Un equipo binacional de científicos, agencias gubernamentales, universidades y ONG's diseñaron e implementaron un programa de monitoreo hidroecológico del corredor ripario del Delta del Río Colorado con la finalidad de evaluar los efectos en los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, geomorfología, vegetación y vida silvestre antes, durante y después de la descarga de un flujo de 130 hm3 en el cauce seco del Río Colorado, en el Valle de Mexicali, denominado flujo pulso. El flujo de agua que fue liberado en la presa Morelos recorrió 160 km del cauce del Río Colorado durante los meses de marzo, abril y mayo del 2014, para finalmente alcanzar la desembocadura y reconectarse con el Golfo de California. Dentro de las actividades de monitoreo hidrológico se documentarán los impactos en el agua subterránea a corto y largo plazo debidos al flujo pulso y flujo base; para lograr este objetivo, UABC diseñó una red de 100 piezómetros en el área de estudio, de los cuales 46 fueron instrumentados con transductores de presión para monitorear

variaciones del nivel del agua subterránea, con una frecuencia de muestreo de 2 minutos, durante la duración del flujo pulso. Además, CICESE instrumentó 4 pozos más con transductores de presión con una frecuencia de muestreo de 1 minuto, ubicados estratégicamente en una zona donde el cauce del río cambia de dirección en dos sitios. La integración de registros de nivel piezométrico históricos complementados con las variaciones de potencial hidráulico producidas por el flujo pulso, conformarán los conjuntos de datos necesarios para la estimación de los parámetros geohidrológicos, conductividad hidráulica y porosidad efectiva, mediante el planteamiento y solución del problema inverso en geohidrología. El objetivo es usar las mediciones de nivel freático de diferentes condiciones de flujo producidas por el pulso de descarga. La solución se formula a partir de la ecuación diferencial que relaciona la evolución espacial y temporal del potencial hidráulico, con la distribución de los parámetros fenomenológicos del sistema, en respuesta a una fuente externa. Se presenta la metodología y los requerimientos de independencia de los conjuntos de datos, para calcular el valor de los parámetros geohidrológicos, necesarios para construir simuladores numéricos de flujo de agua subterránea, basados en un esquema de discretización de diferencias finitas; siendo estos simuladores una útil herramienta para la planeación futura y el estudio de la respuesta a eventos de flujo pulso, con mayor certeza y eficiencia.

SE13-6

DOWNWARD FLUX CALCULATIONS FROM FIELD TEMPERATURE TIME SERIES IN THE COLORADO RIVER, MEXICO.

Rodríguez Burgueño Jesus Eliana¹, Shanafield Margaret² y Ramírez Hernández Jorge³

¹Instituto de Ingeniería, UABC

²National Centre for Groundwater Research and Training, School of the Environment, Flinders University, Adelaide, South Australia, Australia
j.eliana.rb@gmail.com

The Colorado River is one of the most regulated rivers in America, and includes approximately 10 large dams and 80 diversions to supply water for more than 30 million people in the United States and Mexico. Before its regulation, the Colorado River fed one of the world's largest desert estuaries, the Colorado River Delta. The present day Delta is about 10% of its original extent and the water diverted to Mexico is for agriculture and urban use, with no regular flows though the river channel in Mexico. An historical, voluntary effort to deliver environmental flows through the Colorado River in Mexico under the binational agreement Minute 319 between Mexico and the United States made possible the pulse flow event, a pilot program in which 130 Mm³ were released during the period of March 23 – May 18 of 2014. Minute 319 indicates that monitoring to evaluate the performance of the pilot program and ecosystem response, most importantly the hydrological response and, secondary, the biological response; should be developed by a group of binational scientists. Part of the hydrology monitoring objectives of the Minute 319 monitoring plan for the Colorado River Delta designed by the binational sciences team was the study of the dry area, which extends longitudinally to kilometer 62 of the river channel. A total of 27 sites for temperature data loggers were installed in this area to record temperature every two minutes at 1-2 km intervals in two depths (0.05 and 0.20 m below ground) to use heat as a tracer to quantify groundwater-surface water interaction by calculating the downward flux. Analysis of the temperature data collected by the loggers every 2 min are made using the equations presented by Luce et al. (2013), based on an analytical solution to the heat transport equation (Stallman, 1965). This solution uses information from the damping of the amplitude of the diurnal temperature signal and the shift in peak temperature with depth into the streambed to estimate vertical water flux through the measured sediment column. To first estimate these daily time (phase) shifts and the ratio of the amplitudes of the temperature signals at each location, the program VFLUX (Gordon et al., 2012) was used. Calculations with Luce et al. (2013) analytical solution in 21 sites yielded daily average downward flux values from 0.20 to 2.07 m/d. The highest values (0.7 to 2.07 m/d) were observed 5 km upstream and 2 km downstream of the Mexicali-San Luis Bridge. In 21 km (km 36 to 56 downstream Morelos Dam) the estimates obtained varied from 0.2 to 0.5 m/d. The analyses of the data show vertical flux rates significantly decreasing as the water moving downstream the dry area in the river. The results are preliminary, and must be integrated with other hydrological components, and would be used to better understanding the hydrological responses in the river for future environmental flow designs.

SE13-7

MEDICIONES DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA TEMPORAL DURANTE EL FLUJO PULSO DEL RÍO COLORADO.

Reyes López Jaime Alonso¹, Herrera Barrientos Fernando², Pérez Flores Marco Antonio³, Ramírez Hernández Jorge⁴ y Callegary James⁵

¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC

²CICESE

³United States Geological Survey
jaime.reyes63@uabc.edu.mx

En un hecho sin precedentes desde que el sistema de presas controlan el flujo del Río Colorado, se planeó un experimento de forma controlada para verter 120 Mm³ de agua desde la derivadora presa Morelos hacia aguas abajo del Cauce seco del Río Colorado. El flujo transfronterizo inició el ___ de marzo y finalizó el ___

de abril. Los flujos de agua variaron de 20 a 112 m³/s logrando que finalmente el Río Colorado conectara con el Golfo de California, hecho que no había ocurrido desde hace 16 años. Este experimento se implementó como parte de la Minuta 319 como un acuerdo temporal que expira en el año 2017. El objetivo principal de este flujo pulso fue beneficiar el ecosistema ripario. El estudio completo incluyó mediciones de flujos superficiales, de inundaciones, de cambios geomorfológicos, de respuesta de la vegetación y de las aves al flujo ambiental, de la recarga al acuífero y de medición de nivel del agua subterránea. Para conocer la infiltración, el comportamiento de la recarga y el flujos subterráneos producto de este flujo pulso, se realizaron perfiles temporales de resistividad eléctrica, en un transecto perpendicular y paralelo al cauce del Río. Así se realizaron una serie de mediciones de resistividad eléctrica antes, durante y posterior al paso del flujo pulso. Se establecieron por una sección del Río, 2 perfiles, uno paralelo y uno perpendicular al trazo del Río Colorado, con una separación de electrodos de 5 m. El equipo utilizado fue el SUPERSTING R1 con electrodos inteligentes de la compañía AGI. De este modo, se realizaron mediciones en este transecto antes de que el flujo alcanzará la zona, esto es, las condiciones iniciales; durante el flujo, esto es, cuando el cauce del Río estaba inundado y después del paso del flujo, esto es ya cuando el agua o se había infiltrado o continuado su curso aguas abajo de Río. Las repeticiones en las lecturas realizadas antes del paso del agua por el transecto fueron muy inestables, por las condiciones secas del terreno, por lo que se eligió una ventana de tiempo más amplia para la inyección de corriente, con lo que se logró repeticiones mejores. El seguimiento temporal de las interpretaciones muestra un proceso de infiltración rápido de ___ m/hora por lo que el sistema se saturó en menos de 24 horas. Las secciones perpendiculares hacia afuera del cauce del Río mostraron el efecto de la recarga aunque apenas se logró humedecer unos 20 metros desde la orilla inundada del cauce. Después de 5 meses de ocurrido el suceso aún se mantiene el perfil del suelo saturado.

SE13-8

MODELACIÓN NUMÉRICA DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL DELTA DEL RÍO COLORADO EN UN CICLO DE MAREA MUERTA MAREA VIVA

Carbajal Noel¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto² y Alonso Pablo³

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT

²CEUNIVO, Universidad de Colima
noelc@ipicyt.edu.mx

Aplicando un modelo bidimensional verticalmente promediado y basado en las ecuaciones para aguas someras, se calculó el transporte de sedimentos en un ciclo de marea muerta marea viva. Imágenes satelitales revelan un proceso de re-suspensión y depósito de sedimentos muy variable. En tiempos de marea muerta el sedimento se deposita y comienza a ser re-suspendido conforme se avanza hacia un estado de mareas vivas. Las imágenes satelitales muestran distribuciones de sedimento primeramente con una estructura en forma de dedos que se extienden a lo largo del Delta del Río Colorado. En tiempos de marea viva esta estructura se vuelve homogénea por procesos de difusión turbulenta. Considerando un transporte de sedimentos como carga de fondo y en suspensión, se efectuó una serie de experimentos con el fin de reproducir los patrones observados en imágenes satelitales. Se lograron avances significativos.

SE13-9 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL CAMPO ELÉCTRICO INDUCIDO POR CORRIENTES DE MAREA EN LA DESEMBOLCADURA DEL RÍO COLORADO

Monreal Jiménez Rosalinda¹ y Carbajal Noel²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²IPICYT

rmonrealj@gmail.com

En este estudio se investigó la formación de un campo eléctrico inducido por las corrientes marinas en la región de la desembocadura del Río Colorado en el alto Golfo de California. Debido al movimiento del agua de mar, provocada por las corrientes de marea y a la presencia permanente del campo magnético de la tierra, se crea un campo eléctrico. Las velocidades del agua se calcularon usando un modelo barotrópico con el forzamiento de las componentes de marea M2, S2, N2, O1, P1, K1 y K2. Las componentes del campo magnético de la tierra se obtuvieron aplicando el modelo WMM (World Magnetic Model). Las corrientes de marea en la zona de la desembocadura del Río Colorado son de las más intensas encontradas en el mundo, alcanzando valores de hasta 3.0 m s⁻¹, mientras que el campo magnético en la zona es en promedio de 24551.4 nT en su componente norte, 4834.6 nT en su componente este y 39287.8 nT en su componente vertical. Se calculó el campo eléctrico generado en esta zona y sus variaciones y se encontró que el campo eléctrico oscila como respuesta a las oscilaciones inducidas por las corrientes de marea.

SE13-10 CARTEL

MONITOREO DE LA LIBERACIÓN DEL FLUJO PULSO Y SUS EFECTOS EN LA VEGETACIÓN DEL CORREDOR RIPARIO DEL RÍO COLORADO Y SU DELTA, MÉXICO.García Castañeda Luis Alberto¹, Hinojosa Corona Alejandro² y Mexicano Vargas Lourdes²¹Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
luisalbertog94@gmail.com

Desde el año de 1935 cuando se inició la construcción de presas e infraestructura a lo largo del río Colorado en EUA, se interrumpió el flujo de agua y sedimentos que anualmente llegaban a los ecosistemas distribuidos en un amplio corredor ripario en el lado mexicano del delta para finalmente desembocar al golfo de California. Por acuerdos entre México y EUA, la asignación del agua de esta cuenca binacional fue repartida entre los estados y países ubicados en ella. Los ecosistemas naturales que dependían del agua no fueron incluidos entre los beneficiarios con su inevitable deterioro y desaparición. Por motivo de los daños ocasionados a la infraestructura hidráulica del distrito de riego 014 Río Colorado por el sismo del 4 abril de 2010 en el Valle de Mexicali, México solicito a Estados Unidos almacenar el agua que le es entregada ya que no podría ser utilizada. Parte de esta agua que Estados Unidos esta almacenando, se propuso fuera liberada al cauce del Río Colorado. En un reciente esfuerzo binacional para enmendar estos daños a la naturaleza, se acordó liberar agua en beneficio de los ecosistemas en su corredor ripario en el lado mexicano del delta. El 20 de noviembre de 2012 se firmó el Acta 319 entre la Comisión Internacional de Límites y Aguas (México) y la International Boundary and Water Commission (EUA) en la cual se establece la liberación de flujos de agua para el medio ambiente en el Delta del Río Colorado, el acta establece un volumen de 195 millones de metros cúbicos que serán entregados en dos momentos, estos flujos fueron denominados Flujo Pulso y Flujo Base, el Flujo Pulso es la liberación de 130 millones de metros cúbicos de agua entre el 23 de marzo y el 18 de mayo de 2014, el Flujo Base son 65 millones de metros cúbicos de agua que serán entregados en niveles menores y en un periodo de tiempo más amplio. Con la liberación de estos pulsos de agua se espera la restauración de 950 hectáreas de hábitat a lo largo del corredor ripario. En este trabajo con ayuda de una serie de imágenes del satélite Landsat 8, de Febrero a Junio de 2014, se realizó un análisis espectral del agua a partir de la Presa Morelos, punto de inicio del Flujo Pulso, y hasta la zona del Delta, para poder medir las variaciones del agua como efecto del Flujo Pulso. Para medir los efectos en la vegetación se aplicó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI) a la serie de imágenes Landsat 8, con el objetivo de medir las variaciones en la respuesta espectral de la vegetación. Los resultados obtenidos sugieren que es aún muy pronto para poder detectar cambios significativos en la respuesta de la vegetación.

SE13-11 CARTEL

ANÁLISIS DIGITAL Y EN LABORATORIO DE TEXTURA DE SEDIMENTOS: CAUCE SECO DEL RÍO COLORADO.

Alarcón Gómez Génesis Edén, Rodríguez Burguenio Jesus Eliana y Ramírez Hernández Jorge

Instituto de Ingeniería, UABC
genesis.alarcon.gomez@hotmail.com

El Río Colorado desde su entrada a México por la Presa Morelos, se extiende 153 km hacia su desembocadura en el Golfo de California. Desde el km 22 al 63, el cauce se encuentra seco debido a su desconexión hidrológica con el manto freático en esta área. Durante la implementación del flujo pulso del Acta 319, las descargas ocasionaron modificaciones en la geomorfología del cauce. En este trabajo se analizó la textura de muestras de sedimentos del lecho seco del río utilizando dos métodos, el primero fue el análisis de imágenes de alta resolución con el software Digital Grain Size GUI versión 5.2 y segundo el método de cribado tradicional para la parte gruesa e hidrometría para la fracción fina, con el objeto de comparar ambas técnicas e inferir posibles procesos de deposición de sedimentos en la sección de estudio. El tramo seco del Río Colorado se extiende en 41 km de su cauce, este tramo se dividió en cuarenta secciones para muestreo de sedimentos en tres sitios de cada sección, una en el centro del cauce a 0.20, 0.60 y 1.00 m de profundidad, y dos en cada talud de ambas márgenes del río. Se obtuvieron 240 fotografías digitales en campo y 120 muestras de sedimentos no consolidados que posteriormente en el laboratorio se fotografiaron y fueron procesadas con el software antes mencionado, las muestras de sedimento se analizaron con el método de cribado y se analizó la fracción fina con el método del hidrómetro. El tamaño de grano resultado del análisis fotográfico fue entre 0.0080 mm a 2.6630 mm de diámetro con una distribución granulométrica de 1.83% de grava y 98.17% de arena clasificado como arenoso por el United States Department of Agriculture. Con el método del hidrómetro se obtuvieron tamaños de partícula de entre 0.0013 mm a 2.0358 mm, con una distribución granulométrica de 1.67% de grava, 98.00% de arena y 0.33% de arcillas, también dentro de la clasificación arenoso. La precisión del análisis con fotografías digitales fue del 91.16% en relación con los resultados del segundo método. El tamaño promedio de las partículas de sedimento a lo largo del cauce seco del Río Colorado varía en un 51%, además, se encontró una disminución del tamaño de partícula promedio entre cada sección, de aguas arriba hacia aguas abajo, corroborando que el tamaño del grano es proporcional al potencial de energía cinética del río. Esta gradación ya había sido inferida por otros autores, sin embargo, en este trabajo se cuantifica. La determinación cuantitativa de la distribución de

tamaños de partículas en los sedimentos por medio del análisis de imágenes de alta resolución proporciona numerosas ventajas sobre las formas tradicionales de análisis de tamaño de grano, particularmente en términos de inversión económica y tiempo.

SE13-12 CARTEL

PREDICCIÓN DE LAS ZONAS DE INUNDACIÓN DEL RÍO COLORADO, BAJO EL EFECTO DEL FLUJO PULSO

Salcedo Peredia Adrian Trinidad, Rodríguez Burguenio Jesus Eliana y Ramírez Hernández Jorge

Instituto de Ingeniería, UABC
salcedo.adrian@uabc.edu.mx

El Acta 319 del Tratado de Aguas Internacionales entre México y Estados Unidos, firmada en el 2012, incluye la implementación de proyectos binacionales para restaurar la zona riparia del Río Colorado (RC), mediante el uso de flujos ambientales (denominados flujo pulso y flujo base). La descarga del flujo pulso a lo largo del canal principal del RC desde la presa Morelos hasta el Vado Carranza, aproximadamente 90 km de río, debía ser simulada hidráulicamente para predecir la superficie inundada bajo diferentes escenarios de flujo, que si bien alcanzaran las terrazas próximas al cauce natural, no pusieran en peligro las parcelas agrícolas y los poblados establecidos en el perímetro del corredor ripario. El objetivo principal de esta investigación fue simular diferentes caudales, para analizar el comportamiento hidráulico del RC utilizando el código Hec-Ras, pronosticando la dinámica de los niveles de agua en perfiles transversales al cauce principal del RC. Los valores de rugosidad del cauce es uno de los parámetros más sensibles en el desarrollo de modelos hidráulicos de este tipo. En este trabajo se hizo la estimación de las rugosidades mediante el uso de imágenes satelitales y fotografías in situ del canal principal del RC. Para construir la geometría del canal se elaboró y proceso un modelo digital del terreno (MDT) en formato vectorial a partir de datos LiDAR utilizando el software Hec-GeoRas dentro del sistema de información geográfica ArcMap 10.1. El dominio del modelo abarcó el canal principal del río, sus canales tributarios y la superficie de terrazas que se extienden lateralmente hasta los bordos de protección en ambas márgenes; obteniendo secciones transversales con longitudes de entre 400 y 1200 metros a cada 500 metros obteniendo un total de 180 secciones. La simulación hidráulica se realizó en una dimensión, en estado estacionario, con condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo de tirante crítico y con un régimen de flujo mixto. Se obtuvieron mapas y calados máximos de las zonas de inundación para caudales de 20, 60 y 120 m³/s, se obtuvieron calados de 4.56, 5.42 y 6.10 metros respectivamente. Los resultados obtenidos fueron considerados en el diseño del caudal máximo descargado en el flujo pulso durante los meses de marzo, abril y mayo del 2014. No obstante, se observó que en general las áreas inundadas durante el flujo pulso correspondieron a las simuladas en este trabajo, sin embargo, los resultados presentados deben ser considerados como una aproximación ya que se identificó que el arrastre de sedimentos modificó la geometría del cauce, el flujo en el río no alcanzó el régimen estacionario, durante su recorrido tuvo pérdidas por infiltración y los valores de rugosidad cambiaron durante las descargas.

SE13-13 CARTEL

VARIABLES CLAVE PARA MEDICIONES DE FLUJO SUPERFICIAL EN EL DELTA DEL RIO COLORADO UTILIZANDO UN VELOCÍMETRO DOPPLER ACUSTICO

Lomeli Banda Marcelo Antonio y Ramírez Hernández Jorge

Instituto de Ingeniería, UABC
marcelo.lomeli@uabc.edu.mx

Antes de la construcción de la presa Hoover en 1935 y de otras desviaciones del Delta del Río Colorado (Delta), este recibía de 16 a 18 billones de metros cúbicos anuales de agua que soportaban un hábitat conformado por 200 a 400 especies de plantas y más de 350 especies de aves. A medida en que el agua ha sido desviada para usos agrícolas-urbanos el ecosistema se redujo. En 1944 los gobiernos de México y Estados Unidos firmaron un tratado en el cual se le se asignó a México una cuota anual de 1,850 hm³ del flujo del Río Colorado (RC). El 20 de noviembre del 2012 se firmó el Acta 319, en la cual, ambos países comparten, por primera vez, flujos del RC con fines de restauración del Delta. El objetivo de esta investigación es definir los elementos que intervienen en las mediciones de caudal del flujo pulso en corrientes superficiales del Delta. Se analizan 9 sitios de aforo (numerados de aguas arriba aguas abajo del 6 al 14) considerando que los flujos fueran laminares así como perpendiculares a las secciones transversales donde fueron realizadas las mediciones. Se utilizó un velocímetro doppler acústico FlowTracker (FT) en conjunto con la metodología ecuación de sección media para calcular las descargas. Se observó que los sitios 10, 11, 14 y 15, contenían agua antes de la llegada del flujo pulso, registraron caudales negativos relacionados con la presencia de fuertes vientos en dirección opuesta al flujo del agua. A excepción del sitio 11 cuyo lecho era predominantemente arenoso, el resto presentó una capa de fango que aumentaba la rugosidad del lecho. Por su parte, el sitio 15 presentó valores de descarga negativos posiblemente asociados con las mareas, incluso cuando los vientos se dirigían en dirección hacia aguas abajo. El sitio 13 posee agua durante todo el año y no recibió agua de la descarga del flujo pulso pero mantuvo un caudal alrededor de 0.5 m³s⁻¹ y a pesar de que su lecho era fangoso no se presentaron caudales negativos. Los sitios que no contenían agua antes del ingreso del flujo pulso (DMS 6, 7 y 12) no

mostraron estas variaciones ya que el flujo se mantuvo constante y laminar. Las variables con mayor influencia durante las mediciones de caudal en las corrientes superficiales del Delta, fueron: el viento; la presencia de un lecho lodoso en el cauce y posiblemente la influencia de la marea en los sitios más cercanos al estero. Estos factores naturales intervienen en el movimiento de las partículas suspendidas medidas con el FT condicionando la realización de un aforo con los estándares de calidad requeridos.

Sesión Especial

Oceanografía en la Bahía de Todos Santos, B.C. México

Organizadores:

Xavier Flores-Vidal
Paula Pérez Brunius

SE14-1

CARACTERÍSTICAS DE LA CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B. C.

Castro Rubén¹, Durazo Reginaldo¹, Flores Vidal Xavier², Hernández Walls Rafael¹ y Navarro Luis Felipe²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
rcastro@uabc.edu.mx

En este estudio presenta una descripción de las Corrientes Superficiales en la Bahía de Todos Santos (BTS). Para esto se realizaron ocho experimentos con boyas de deriva monitoreados vía satelital. Además, se realizaron simultáneamente mediciones de corrientes superficiales con dos radares HF ubicados en la BTS. Los experimentos con derivadores fueron liberados en distintos puntos de la BTS, con duración entre 2 y 8 días. En general los derivadores en la BTS mostraron trayectorias con desplazamientos variables y circulares con predominancia de circulación anticiclónica. El tiempo transcurrido en las trayectorias cerradas de los derivadores fluctuó entre 11-18 horas. Derivadores que fueron liberados frente a la barra del Estero de Punta Banda (EPB) mostraron desplazamientos a lo largo de la costa hacia el norte y en algunas ocasiones incursionaron y salieron del EPB, aunque esto último también sucedió con derivadores liberados en la zona opuesta relativa a la boca del estero. Por otro lado, derivadores liberados en la parte central-norte de la BTS se desplazaron al sur-sureste. En general las velocidades más altas de las corrientes estimadas con los derivadores fueron entre 0.2-0.3 m/s, a excepción de los derivadores que entraron y salieron del EPB, ya que alcanzaron velocidades >0.55 m/s. Esto sucedió en la zona de la canal de entrada del estero y en su parte externa adyacente a la bahía, donde describieron una trayectoria recta de ~2.0 km de longitud, lo que sugiere la presencia de una pluma. Aparentemente en la mayoría de los experimentos las fluctuaciones de velocidad tienen gran influencia de la marea semidiurna. La circulación superficial de la BTS está aparentemente "aislada", con características de circulación anticiclónica, como lo sugieren las trayectorias de los derivadores al promediar el campo de velocidad. Las diferencias entre la circulación descrita por los derivadores, los radares HF, así como su relación con el viento están en proceso de investigación

SE14-2

IMPORTANCIA DE LA MAREA Y LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA, SOBRE LA CIRCULACIÓN DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS B.C.

Flores Vidal Xavier¹, Durazo Reginaldo², Castro Rubén², Navarro Luis Felipe³, Domínguez-Preciado Feliciano³ y Gil Eduardo³

¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
floresx@uabc.edu.mx

Investigaciones recientes han demostrado que la circulación en el interior de la Bahía de Todos Santos (BTS) es modificada por las condiciones al exterior i.e. la Corriente de California (CC). En este trabajo se utilizan datos de radares oceanográficos de alta frecuencia, para detectar incrementos de la CC y para estudiar en qué medida dichas intensificaciones determinan o modifican la circulación al interior de la BTS. Adicionalmente se presenta un análisis armónico de marea que tiene como objetivo cuantificar la importancia de este forzamiento sobre la circulación de la BTS. Se encuentra que existen tres zonas dentro de la bahía que aparentemente son influenciadas por la marea; zona este (boca del estero de Punta Banda), zona al norte (Punta Morro-playitas) y franja de conexión entre la BTS y la CC. No es sorprendente que en la zona de la boca del estero se observe influencia del forzamiento de marea, ya que el flujo y reflujo causan corrientes intensas en la boca de conexión entre el estero y la bahía. En la segunda zona (Punta Morro-Playitas) la explicación es un poco más elaborada, ya que se argumenta una variación importante del campo de vientos debida a una "sombra de viento" originada posiblemente por la cadena montañosa. En cuanto a la franja de conexión entre la BTS y la CC, se observó que durante periodos de intensificación de la CC se desarrolló una barrera o frontera de convergencia-divergencia (valor cero), que confina las aguas superficiales del interior de la BTS y evita que cuerpos de deriva abandonen la BTS. Dicha zona de convergencia-divergencia desaparece si se eliminan del análisis las corrientes de marea, por lo que se argumenta que existe una fuerte interacción entre la CC y las corrientes de marea al interior de la BTS.

SE14-3

VARIACIÓN SINÓPTICA DE LA TRAMPA DE SURGENCIA EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS B. C.

Calva Chávez Miriam Alín, Pérez Brunius Paula, López Mariscal Juan Manuel, Candela Julio y García Mendoza Ernesto
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
mcalva@cicese.edu.mx

La Bahía Todos Santos se encuentra adyacente a sistemas de surgencia costera, que en esta región generalmente son más intensas en primavera y verano. Se ha

observado que la temperatura al interior de la bahía es 1-4 °C mayor que en la zona externa, lo cual sugiere que actúa como una zona de retención de agua o "trampa de surgencia". Este gradiente horizontal de temperatura se intensifica en verano cuando la radiación solar es mayor. Este trabajo presenta un análisis de la variación sinóptica de la intensidad del frente térmico de la trampa de surgencia, con datos de temperatura superficial del mar obtenidos por satélite, de viento, de corrientímetros y de una cadena de termistores en el interior de la bahía durante el 2008. Se estudió la influencia del viento favorable a surgencia y el flujo en la entrada norte en la persistencia y evolución de la trampa de surgencia. Se encontró una correlación significativa (0.3-0.4) entre el esfuerzo del viento y la intensidad del frente térmico con un desfase de 2-3 días, lo cual indica que cuando el esfuerzo del viento es favorable a surgencia, la intensidad del frente térmico aumenta. La temperatura de fondo disminuye en respuesta a los vientos favorables a surgencia, esto ocurre tanto en la entrada como en el interior de la bahía casi de inmediato, lo que sugiere que agua de surgencia entra a la bahía, fluyendo por debajo del lente cálido de la trampa de surgencia. Se encontró una correlación significativa entre el esfuerzo del viento y las corrientes (0.3-0.4), las cuales tardan en responder en 1-2 días a vientos favorables a las surgencias con una circulación hacia el interior de la bahía. Por su parte las corrientes están correlacionadas con la intensidad del frente térmico (0.4) lo que indica que la diferencia de temperatura es mayor cuando la circulación es hacia el interior de la bahía. Esto sugiere que tanto el viento como las corrientes son forzamientos para formar y mantener la trampa de surgencia. La evolución sinóptica de este lente de agua cálida no queda clara ya que la resolución de los datos no ha sido suficiente para explicarla completamente debido, principalmente, a los problemas que presentan las imágenes de satélite por la cobertura de nubes en la región durante el verano.

SE14-4

DINÁMICA DE ONDAS INTERNAS EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA

Filonov Anatoliy², Lavín Miguel², Palacios Emilio¹, Tereshchenko Iryna¹ y Ladah Lydia²

¹Universidad de Guadalajara

²CICESE

afilonov@cencar.udg.mx

Conocer el transporte de nutrientes y larvas sobre la plataforma continental es de gran importancia para el desarrollo económico y biológico de las zonas costeras. La producción biológica en estas zonas se le atribuye, además de las surgencias inducida por el viento vía transporte de Ekman, a las surgencias de agua fría rica en nutrientes inducida por la mezcla de la marea interna. Esta marea se genera a partir del forzamiento del mar estratificado por la marea barotrópica sobre la topografía de la zona. Es una fuente importante de energía turbulenta y mezcla debido a que al propagarse hacia la costa se desintegra en paquetes de ondas solitarias más cortas que finalmente rompen y se disipan cerca de ella. En los años 2007 y 2009, un grupo de investigadores de la UdeG y de CICESE han realizado una serie de mediciones detalladas de ondas internas en San Miguel, Baja California, dentro de la Bahía de Todos los Santos. Los resultados han sido interpretados con las teorías de ondas internas lineales y no lineales. Esto permitió describir las características de ondas y también el escenario de generación, propagación y desintegración de las ondas internas en la plataforma continental en la zona de estudio.

SE14-5

OBRAS DE PROTECCIÓN COSTERA EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C., MÉXICO

Guardado France Rigoberto, Ávila Serrano Guillermo Eliezer, Cupul Magaña Luis Antonio, Santa Rosa del Río Miguel Angel y Téllez Duarte Miguel Agustín
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
rigoberto@uabc.edu.mx

En la Bahía de Todos Santos, B.C., ubicada sobre la costa Noroccidental de la península de Baja California, a 106 km al Sur de la frontera México-Estados Unidos, el crecimiento urbano y de infraestructura en la costa, aunado a la dinámica costera, ha traído consigo la necesidad de proteger la costa. La principal alternativa que ha sido utilizada para estabilizar la costa es la construcción de obras de protección rígidas como espigones, rompeolas, muros y enrocamientos. En 1997 se contabilizaron un total de 45 obras de protección y para el año 2014 el número se incrementó a 50, de los cuales 31 son muros, 10 enrocamientos, 4 espigones, 3 rompeolas y 2 una combinación muro-enrocamiento. Considerando una longitud aproximada de la costa de la bahía de 39 km y una longitud lineal acumulada de las obras de 4.26 km, significa que se ha acorazado un 11% de la costa. El Consejo estatal de Población de Baja California ha proyectado una tasa de crecimiento para Ensenada del 2.7, lo que significa que se tendrá una mayor presión en el uso de la costa, y es de esperar que la construcción de obras de protección se incremente. En este sentido es importante contar con información del comportamiento e impacto de las obras de protección construidas en la bahía con el fin de que sirva de referencia en la toma de decisiones relacionadas con el manejo de la línea de costa. En el presente estudio se presenta un inventario de las obras de protección costera presentes desde 1997 a 2014, así como un comparativo de su funcionalidad basado en el concepto de obra funcional manejado por Edward et al (1995), que considera una obra funcional como aquella que cumple su objetivo, no presenta daños en su estructura y es la adecuada para lo que se construyó. Adicionalmente se presenta un

análisis de los impactos de la implementación de estas obras como impacto visual, erosión pasiva y activa, reducción en acceso a la playa, reducción de ancho de playa e interferencia de aporte sedimentario del continente.

SE14-6

FLUJOS DE CARBONO EN UNA ZONA DE SURGENCIAS COSTERAS AL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Cepeda Morales Jushiro¹, Gaxiola Castro Gilberto², De La Cruz Orozco Martín², Castro Rubén², Lavaniegas Bertha², Durazo Reginaldo³, Hernández Ayón Martín³, Lara Lara José Rubén² y Mariano Matias Manuel²

¹Universidad Autónoma de Nayarit, UAN

²CICESE

³Universidad Autónoma de Baja California, UABC

jushirocm@gmail.com

Con el objetivo de entender el rol del ecosistema pelágico en la biogeoquímica del carbono se estableció la Red de Monitoreo Costero de Ensenada, Baja California. Durante el 2011 se realizaron cuatro cruceros estacionales para analizar las condiciones termohalinas, pCO₂ superficial del océano (pCO₂oc), Carbono Inorgánico Disuelto (CID), Carbono Orgánico Particulado del fitoplancton (COPF) y macrozooplancton (COPZ); y calcular el flujo de CO₂ océano-atmósfera. En general, la pCO₂oc se mantuvo por debajo del valor atmosférico (392 µatm), además el índice de surgencias costeras indicó que los muestreos coincidieron con periodos de relajación de surgencias. En invierno y primavera se presentaron los máximos valores de pCO₂oc (355 µatm) con disminución en otoño (320 µatm). Los bajos valores de pCO₂oc fueron asociados con altas concentraciones de POCF (~2 g C m⁻²), lo cual indica el efecto del incremento en la actividad fotosintética sobre la pCO₂oc. Este efecto no es percibido en la variación del CID, el cual estuvo estrechamente relacionado con las condiciones termohalinas, lo que muestra la complejidad de la dinámica del carbono en los ecosistemas costeros. En el promedio anual el sistema costero tuvo un flujo hacia el océano de -1.8 mmol m⁻² d⁻¹. La variabilidad estacional del POCZ evidencia el rol del pastoreo del zooplancton en la dinámica del carbono orgánico, con valores mayores de POCZ durante el verano. Nuestros resultados evidencian la predominancia de un sistema eficiente en la transferencia del carbono atmósfera-océano y su flujo posterior hacia niveles tróficos inferiores en esta zona de surgencias costeras.

SE14-7

INFLUENCIA DE LOS APORTES BENTÓNICOS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE MANGANESO DISUELTO EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA.

Delgadillo Francisco, Huerta Díaz Miguel Angel, Camacho-Ibar Víctor, Torres Delgado Vanessa, Segovia Zavala José Antonio y Hernández Ayón Martín
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
fdelgadillo@uabc.edu.mx

Con el objetivo de estudiar la distribución vertical del manganeso disuelto (Mn) en la columna de agua de la Bahía de Todos Santos (BTS), Baja California, se realizaron cuatro cruceros oceanográficos durante el periodo de Agosto del 2008 a Junio del 2009. En cada ocasión se muestrearon cinco estaciones situadas a lo largo de un transecto (~24 km), desde la rada portuaria en el interior de la BTS hasta el océano abierto en su boca sur. En cada crucero, se realizaron lances hidrográficos y se recolectaron muestras de agua para el análisis de Mn utilizando técnicas de "ultralimpieza". La recolección de agua de mar se realizó con botellas GoFlo montadas en una roseta y, donde fue posible, se muestreó desde 5 hasta 200m de profundidad. El Mn se preconcentró con la resina quelante Chelex-100 y se cuantificó por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. En general, el análisis hidrográfico indicó que la columna de agua se encontró estratificada en primavera y verano, y verticalmente mezclada durante otoño e invierno. En la parte externa de la bahía, la distribución vertical del Mn consistentemente mostró un máximo superficial con concentraciones relativamente elevadas (3.6 - 8.5 nM) y una disminución hacia aguas profundas con valores de 1.0 a 2.4 nM a 200m de profundidad. En contraste, en la parte interna de la BTS se observó un enriquecimiento de Mn y una estructura vertical con valores mucho más altos, tanto en las aguas superficiales (1.5 - 81.5 nM) como en las aguas cercanas al fondo marino (4.2 - 11.7 nM). Nuestros resultados sugieren que la modificación de la estructura vertical y el enriquecimiento con Mn de las aguas de la BTS en relación al Océano Pacífico adyacente, se explican principalmente por la existencia de un flujo de Mn de los sedimentos hacia la columna de agua, más que a la influencia de los aportes atmosféricos y/o antropogénicos de la ciudad de Ensenada. Aunque desconocemos el (los) mecanismo(s) físico(s) exacto(s) que inducen los flujos desde los sedimentos, aquí argumentamos que la retención del agua en el interior de la BTS favorece la manifestación de la señal biogeoquímica que generan los flujos bentónicos sobre los niveles y la distribución vertical del Mn en la BTS. También proponemos que una de las causas de la existencia del máximo superficial de Mn en la parte externa de la BTS, se debe al transporte advectivo de la pluma de agua de la bahía –rica en Mn– que se exporta al océano Pacífico, implicando que los flujos bentónicos son muy importantes en la movilización de este elemento, tanto en la propia bahía como en la zona oceánica adyacente.

SE14-8

CADMIUM, COBRE Y FOSFATO DURANTE LA PRESENCIA DE FLORECIMIENTOS ALGALES DE LINGULODINIUM POLYEDRUM EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS B.C.

Gutiérrez Erica¹, Lares María Lucila² y Huerta Díaz Miguel Angel³

¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC

²CICESE

³UABC

ericagut79@hotmail.com

Los florecimientos algales nocivos (FANs) han aumentado durante los últimos años en las zonas costeras y en especial en las costas de California, Baja California, incluyendo la Bahía de Todos Santos (BTS) en donde la especie dominante de estos eventos ha sido el dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum*. Con el fin de estudiar la influencia de los FANs en el comportamiento del Cd, Cu y el PO4³⁻ se tomaron muestras de agua superficial a lo largo de tres FANs y en ausencia de florecimientos. Durante los FANs, las concentraciones promedio de Cd y Cu disueltos fueron 1.6 veces mayores que las registradas en ausencia de florecimientos y las concentraciones en la fracción particulada fueron un orden de magnitud y 4 veces mayores durante los FANs. Las mayores concentraciones de Cd estuvieron asociadas al evento más intenso, en donde la concentración de células de *L. polyedrum* alcanzó un máximo de 2.25x10⁶ células L⁻¹, que corresponde a más del 90% del fitoplancton total. Los resultados anteriores sugieren que tanto la presencia del florecimiento como la intensidad del evento afectan las concentraciones de las especies disueltas y particuladas estudiadas. Las correlaciones significativas obtenidas durante los FANs entre el Cdd-Cdp y el Cud-Cup, así como entre el Cd, Cu y el número de células, son indicativos también de que la composición y abundancia de dinoflagelados en conjunción con procesos biológicos todavía no identificados están afectando el comportamiento del Cd y Cu dentro de la BTS y posiblemente, en otras áreas geográficas de las costas del Pacífico. Se sabe además que el Cdd y el PO4³⁻ presentan una fuerte relación positiva, sin embargo, en este estudio se observó un comportamiento diferente ($r = -0.31$, $P < 0.05$), por lo cual se sugiere que hay un desacople entre el Cd y el PO4³⁻. Este desacople, puede ser a causa del tipo de fitoplancton presente y a que puede estar siendo afectado por la captación biológica y/o por procesos de remineralización. Al comparar la razón Cdd/PO4³⁻ con el número de células de *L. polyedrum* se observó que existe una relación aunque no muy fuerte, significativa ($P < 0.05$) lo que implicaría que los florecimientos algales de estos dinoflagelados juegan un papel importante en controlar esta razón. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que los florecimientos algales de *L. polyedrum* juegan un papel fundamental en el control de las concentraciones de Cd, Cu y PO4³⁻ y juntos juegan un papel importante en la química del agua.

SE14-9 CARTEL

CÁLCULO DE TRAYECTORIAS LAGRANGEANAS A PARTIR DE UN MODELO EULERIANO, PARA LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, ENSENADA, B.C. (BTS)

Rojas Lagunas Lorena y Mateos Farfán Efraín
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
an3r07.rl@gmail.com

En la bahía de Todos Santos, Ensenada, B.C. (BTS) se han realizado diversos estudios con modelos numéricos, sobre la circulación. En este trabajo se evalúa el tiempo de residencia en dos regiones dentro de la BTS: a) región somera, menor a 30 m, y b) región profunda, mayor a 30 m. Para ello se utilizan las salidas eulerianas, de una corrida climatológica del modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System), en el modelo LTRANS (Larval TRANSport), para obtener las trayectorias lagrangeanas. Se espera que en la región somera el tiempo de residencia sea mayor que en la profunda.

SE14-10 CARTEL

DATOS HISTÓRICOS DE OLEAJE Y PERFILES DE CORRIENTES EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS

Blanco Betancourt José Rafael¹, Martínez Díaz de León Asdrubal¹ y Delgado-González Oscar Eduardo²

¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC

²UABC, IIO

blarafa@yahoo.com

Se presentan series de tiempo de oleaje y de perfiles de corrientes registradas durante campañas realizadas entre 1986 y 2011. La información que se presenta fue registrada mediante sensores de presión y perfiladores acústicos de corrientes Doppler, anclados en profundidades variables de entre los 10 y 17 m, la información se colectó como parte de las actividades de los proyectos de investigación del área de oceanografía física del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California. Las localidades de donde se dispone información son las estaciones El Sauzal1 y Sauzal2, Punta Morro, Marina Coral, Boca del Puerto, Estación SEMAR, Estación Punta Morro, Ciprés, Boca del Estero y

Rincón de Ballenas, todas ubicadas en la bahía de Todos Santos, Baja California. Los resultados de los principales parámetros de oleaje medidos de altura, periodo y dirección, para las estaciones, Sauzal1 y Sauzal2, en el caso de las estaciones del Sauzal, se cuenta con dos años de datos, para las otras se cuenta con periodos de datos del orden de meses, los parámetros de oleaje para las estaciones, Sauzal1 y Sauzal2, Boca del Estero, Ciprés, Punta Morro, Boca Rada, y Rincón de Ballenas, son presentados en ese orden: altura máxima 300 cm, periodo (entre 5 y 15 s), dirección 250 grados, Boca del Estero, altura máxima 200 cm, periodo 20 s, dirección 245 grados, Ciprés, altura máxima 373 cm, periodo 20 s, dirección 241 grados, Punta Morreo, altura máxima 180 cm, periodo 20 s, dirección 270 grados, Estación Boca Rada, altura máxima 150 cm, periodo 19 s y dirección 265 grados, Estación Rincón de Ballenas, altura máxima 200 cm, periodo 15 s y dirección 228 grados. Se reportan los datos de corrientes para dos estaciones, Boca del puerto y hacia el sur de la bahía, Rincón de Ballenas, en la estación Boca del Puerto, los vectores de corrientes en forma de astillas, muestran valores de estas máximos de aproximadamente 30 cm/s, mostrando la variación mayor las celdas de corrientes cercanas a la superficie, seguramente influenciadas por el viento, a profundidad su tendencia general es a decrecer en magnitud, sin mostrar un patrón definido, por otro lado, en la estación Rincón de Ballenas al sur de la bahía, se observó el mismo comportamiento en las corrientes que en la estación Boca Rada, en ambos casos, se nota una tendencia a incrementa de su variabilidad en periodos de mareas vivas.

Sesión Especial

Línea base de los procesos biogeoquímicos y productividad biológica del Golfo de México

Organizadores:

Juan Carlos Herguera

Sharon Herzka

Julio Sheinbaum

SE15-1

STANDING STOCKS AND BODY SIZE OF DEEP-SEA MACROFAUNA: PREDICTING THE BASELINE OF 2010 DEEPWATER HORIZON OIL SPILL IN THE NORTHERN GULF OF MEXICO

Escobar-Briones Elva
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
escobri@cmarl.unam.mx

A composite database encompassing 6 benthic surveys from years 1983 to 2003 was constructed to evaluate the distribution of macrofaunal biomass in the deep Gulf of Mexico (GoM) prior to the Deepwater Horizon oil spill. Predictive models based on optimal scaling of ocean color data and high resolution bathymetry were employed to map the benthic biomass in the vicinity of spill site because no previous sampling had been conducted at that exact location. The predicted biomass declines with water and mixed layer depth and is an increasing function of surface primary production and temporal variation of sea surface temperature. The decline of animal size with depth, however, was a function of a shift of dominant abundance from large to small taxa. At a local scale, high benthic biomass in the N GoM was associated with the enhanced productivity by the nutrient-laden Mississippi River outflows, offshore transport of the river plumes, and upwelling along the northern edge of the Loop Current. The apparent biomass enhancement at the Mississippi and De Soto Canyon and deep sediment fan was presumably related to lateral down-slope advection of organic carbon from the surrounding continental margin. Except for the Campeche Bank, the meager biomass of the Mexican margin may reflect the characteristic low-productivity Caribbean water that enters the GoM through Yucatan Strait. Benthic biomass in the N GoM was not statistically different between comprehensive surveys in the years 1983–1985 and 2000–2002. The stock assessment and biomass predictions from 669 cores at 170 locations throughout the deep GoM provide an important baseline of the sediment-dwelling fauna that may be subjected to immediate or long-term impacts from the oil spill or from climate change.

SE15-2

DISTRIBUCIONES DE V, NI Y CD DISUELTOS EN LA REGIÓN DE AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO

Lares María Lucila
CICESE
llaes@cicese.mx

El área mexicana del Golfo de México en la región con profundidades mayores a los 1000 m no ha sido estudiada en cuanto a sus distribuciones de metales traza disueltos. En este trabajo se presentarán las distribuciones de vanadio, níquel y cadmio disueltos obtenidas en julio de 2011 y febrero-marzo de 2013. Las muestras fueron tomadas por medio de botellas especiales (Go-Flo) y transferidas directamente a un laboratorio provisto de aire filtrado donde fueron filtradas y acidificadas. En el laboratorio en tierra el V fue preconcentrado por medio de columnas de intercambio iónico (Chelex-100); la preconcentración de Ni y Cd por extracción orgánica. La determinación de los metales se llevó a cabo por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. Las concentraciones de V (12-40 nM) se encontraron dentro de los valores reportados para el Atlántico Norte y las aguas del fondo de la plataforma de Louisiana (EUA). Su distribución promedio parece estar determinada parcialmente por su involucramiento con la materia orgánica, así como por la distribución de salinidad dada su carácter cuasi-conservativo. Las mayores concentraciones se encontraron en la región norte a los 400 m de profundidad observándose un aporte de aguas del Caribe con concentraciones mayores. El Ni mostró una distribución promedio tipo nutriente, con bajas concentraciones en la superficie relacionadas a la utilización por el fitoplancton que se incrementan con la profundidad por la respiración de la materia orgánica. Las concentraciones mínimas de Ni (1.6 Mn) fueron similares a las reportadas para el Atlántico Norte, sin embargo las máximas (9.9 nM) fueron mayores a las reportadas para el Atlántico Norte, aún en regiones con aporte de ríos. Los valores máximos se obtuvieron frente a la costa este del golfo a los 10 m reflejando el aporte por ríos. Valores altos también se observaron frente a la costa este y en la región noreste a los 150 m. Los datos de Cd están siendo procesados.

SE15-3

CARACTERIZACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA EN EL GOLFO DE MÉXICO A PARTIR DE LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DEL CARBONO INORGÁNICO DISUELTO

Quintanilla Terminié José Gerardo¹, Herguera Juan Carlos¹, Ferreira Bartrina Vicente², Hernández Ayón Martín² y Camacho Ibar Víctor²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Universidad Autónoma de Baja California, UABC
josegqt@gmail.com

Este estudio aporta nueva información para el establecimiento de una línea base de la dinámica del carbono en la región de aguas profundas del Golfo de México (GM) basada en la composición isotópica del carbono inorgánico disuelto. Durante el crucero XIXIMI-2, que se realizó a bordo del BO Justo Sierra en julio del 2011,

se tomaron muestras de agua en 40 estaciones localizadas en la corriente del Lazo y en la región de aguas profundas del Golfo de México (GM) y se midieron perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (OD). En el Laboratorio de Isótopos Estables del CICESE se determinó la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) del carbono inorgánico disuelto (CID). Se encontraron los siguientes valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ del CID para cada masa de agua en la corriente del Lazo y en el GM respectivamente: agua subsuperficial subtropical: $0.73 \pm 0.06\text{‰}$ y $0.86 \pm 0.04\text{‰}$; agua de los 18 grados: $0.76 \pm 0.08\text{‰}$ y $0.58 \pm 0.06\text{‰}$; agua central del Atlántico Norte: $0.77 \pm 0.05\text{‰}$ y $0.71 \pm 0.09\text{‰}$; agua central del Atlántico Sur: $0.80 \pm 0.08\text{‰}$ y $0.77 \pm 0.07\text{‰}$; agua intermedia de la Antártida: $1.00 \pm 0.06\text{‰}$ y $0.90 \pm 0.08\text{‰}$; agua profunda del Atlántico Norte: $1.03 \pm 0.06\text{‰}$ y $1.01 \pm 0.10\text{‰}$. A partir de los datos obtenidos se estimaron los procesos que involucraron al CID en cada masa de agua durante su formación, durante su circulación hasta el GM y durante su estancia en el GM.

SE15-4

PROCESOS DE RESPIRACIÓN EN LA REGIÓN DE AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO

Herguera Juan Carlos¹, Ferreira Bartrina Vicente² y Bernal Gladys³
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
³Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia
herguera@cicese.mx

Presentamos resultados de las condiciones medias de la distribución del oxígeno disuelto (OD) en la región de aguas profundas en el GM y discutimos sobre la importancia de diferentes procesos para explicar esos patrones. En las aguas superficiales se observan consistentemente mayores concentraciones de oxígeno como consecuencia de la interacción océano atmósfera y en menor grado de la fotosíntesis. En profundidad a las concentraciones de OD le añadimos la variable del consumo aparente de oxígeno (CAO) con información sobre la historia de cada de las masas de agua que rellenan las profundidades del GM y controlada por los procesos de oxidación de la materia orgánica exportada desde la superficie. Queda por dilucidar la importancia del consumo de OD dentro del GM y sus implicaciones para el ciclo del carbono y nutrientes y los procesos de circulación que ventilan estas profundidades. Estos patrones de respiración están ligados con el enriquecimiento en nutrientes y carbono inorgánico disuelto que podemos derivar a partir de las relaciones Redfieldianas de estos elementos. Discutiremos de las implicaciones que estos balances imponen a nuestras observaciones, así como de la importancia relativa de los procesos de ventilación y de la producción exportada para poder entender como respira el GM.

SE15-5

FITOGEOGRAFÍA ASOCIADA A PARÁMETROS BIO-ÓPTICOS EN LA REGIÓN CENTRAL-SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Millán Núñez Eduardo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
emillan@cicese.mx

Se determinaron provincias fitogeográficas del nano-microfitoplancton $> 5 \mu\text{m}$ en superficie y 50 m de profundidad en la región central-sur del Golfo de México (GM) asociadas a la forma espectral del fitoplancton (aphn/440 nm) y pigmentos fotosintéticos por HPLC. En general, la región central-sur del GM mostró características oligotróficas dominando los pigmentos zeaxanthin (Zea), divinyl chlorophyll-a (DV chl-a) y 19'-hexanoyloxyfucoxanthin (Hex-fuco), excepto, el área frente a Campeche y norte de Yucatán donde se observaron valores altos de fitoplancton, coeficiente de absorción (aph440 nm), clorofila-a (Chl-a), peridinin (Perid) y fucoxanthin (Fuco); asimismo esta zona mostró valores bajos de $a^*\text{ph440}$ lo que refleja una abundancia de células de mayor tamaño. La composición taxonómica promedio del nano-microfitoplancton a los dos niveles de profundidad consistió de 13 géneros de diatomeas, 12 dinoflagelados, y 2 silicoflagelados, mostrando una jerarquización espacial entre Nitzschia, Gymnodinium, Rhizosolenia, Gyrodinium, Cocconeis, Ceratium, y Chaetoceros. Nuestros resultados de $a^*\text{ph440}$ y razón de absorción azul/rojo (aph440 nm/aph674 nm) determinaron una tendencia de comportamiento inverso al tamaño de la comunidad, así como los principales pigmentos reflejaron en general una dominancia del picoplancton. En este estudio, se detectaron cuatro provincias a través de la forma espectral del fitoplancton (aphn/440). Concluyendo, a priori y con reserva de incrementar a nivel espacio-temporal el banco de datos bio-ópticos en el Golfo de México, podemos deducir que el verano 2011 mostró una fitogeografía con ambiente oligotrófico, excepto las zonas con influencia de aporte fluvial. Palabras clave: Fitogeografía, forma espectral, HPLC-pigmentos, Golfo de México

SE15-6

POBLACIONES DE PICOPLANKTON EN AGUAS SUPERFICIALES DEL GOLFO DE MÉXICO DURANTE CONDICIONES DE INVIERNO

Linacre Lorena¹, Lara Lara José Rubén¹, Bazán-Guzmán Carmen¹, Camacho-Ibar Víctor², Herguera Juan Carlos¹ y Ferreira Bartrina Vicente¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

llinacre@cicese.mx

Esta investigación se llevó a cabo durante el crucero oceanográfico XIXIMI-3, invierno del 2013 (19 febrero-11 marzo), en aguas superficiales (0-100 m) del Golfo de México (GM) con el propósito de caracterizar la biomasa de las poblaciones autótrofas y heterótrofas de picoplankton. Se cuantificaron por análisis de citometría de flujo, las abundancias de las poblaciones de *Prochlorococcus* spp. (PRO), *Synechococcus* spp. (SYN), pico-eucariontes (PEUK) y bacterias heterótrofas (HBAC) en 34 estaciones. Las abundancias (células l-1) fueron convertidas a biomasa ($\mu\text{gC l}^{-1}$) utilizando factores de conversión de carbono por célula reportados para la región. Del total de la biomasa picoplankton HBAC y PRO dominaron en la mayoría de las estaciones con un aporte del 46% y el 35% del total de carbono, respectivamente. SYN y PEUK fueron muy escasas, contribuyendo conjuntamente con menos del 20% del total de carbono de picoplankton. El patrón de la distribución de la biomasa de las poblaciones de picoplankton en la región, estuvo relacionado con la dinámica de mesoescala asociada a giros ciclónicos y anticiclónicos. Al respecto, las características más notables durante XIXIMI-3 fueron: (1) la zona de influencia de la Corriente del Lazo en la región oriental del GM, (2) la presencia de 2 giros anticiclónicos al interior del GM, (3) la presencia de una estructura ciclónica con orientación suroeste-noreste, que en su extremo superior forma un remolino ciclónico pegado a la Corriente del Lazo, (4) un giro ciclónico cercano a la plataforma de Tamaulipas y (5) un pequeño giro ciclónico en la Bahía de Campeche. PRO, el grupo de picofitoplankton más abundante y dominante, mostró sus mayores biomasa ($\sim 20 \mu\text{gC l}^{-1}$) a mayores profundidades (~ 75 m) hacia el interior del GM en el paralelo 25°N , probablemente relacionado al hundimiento de aguas superficiales por un giro anticiclónico. Biomasa de PRO y SYN cercanas al promedio se encontraron distribuidas en toda la columna de agua en la zona central del GM, posiblemente asociadas a otro giro anticiclónico. Las menores biomasa de PRO fueron registradas en la zona sur del área de estudio, probablemente restringidas por el bombeo de agua profunda asociado al giro ciclónico de la Bahía de Campeche. Análisis estadísticos mostraron una fuerte correlación positiva entre las biomasa de cianobacterias (PRO y SYN) con la temperatura y el oxígeno disuelto (DO), mientras que se observó una asociación negativa con los nutrientes, especialmente con la concentración de nitrato+nitrato (NN). Los análisis gráficos y estadísticos sugieren que la distribución de la biomasa de PRO estuvo restringida a aguas superficiales del GM (>50 m), con temperaturas relativamente cálidas (21.5 - 24.5°C), bien oxigenadas ($\text{DO} > 190 \mu\text{moles kg}^{-1}$) y con concentraciones muy bajas de NN ($\sim 1 \mu\text{M}$). Las implicaciones de esta observación sugieren que la distribución de la biomasa de PRO está modulada por la dinámica física de mesoescala observada en el GM durante invierno del 2013.

SE15-7

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VERTICAL DE LA ABUNDANCIA Y BIOMASA DEL MICROFITOPLANKTON EN EL GOLFO DE MÉXICO: XIXIMI-3

Sidón Ceseña Karla, Herguera Juan Carlos, Linacre Lorena y Lara Lara José Rubén
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
sidonc@gmail.com

La composición de tamaños del ensamblaje del fitoplancton es uno de los factores que controla el funcionamiento de la red alimenticia pelágica y como consecuencia afecta la tasa de exportación de carbono de la superficie a las capas profundas del océano. La estructura pelágica del fitoplankton y su tamaño están a su vez controlados por procesos físicos y biogeoquímicos en la superficie del mar. El objetivo de este trabajo es el de evaluar los patrones de la estructura de tamaño y abundancia del microfitoplankton en respuesta a las condiciones oceanográficas en la capa de mezcla en el Golfo de México en condiciones de invierno. En la campaña oceanográfica XIXIMI-3 a bordo del buque oceanográfico BO/Justo Sierra de la UNAM, se tomaron 164 muestras a profundidades discretas de la columna de agua en 33 estaciones, las cuales se colectaron en botellas Niskin de 10 L, de las que se colectaron 250 mL en botellas oscuras Nalgene para su homogeneización. A bordo fueron fijadas con 1 mL de Lugol-básico con un pH neutro para evitar daño en las células más frágiles. La identificación cualitativa y cuantitativa se realizó con el método Utermöhl, con cámaras de sedimentación de 50 mL y un microscopio invertido Carl Zeiss a 16x. En el mismo microscopio el microfitoplankton se midieron la longitud y la anchura de las células. Para los cálculos de biovolumen se siguió la metodología propuesta por Hillebrand y colaboradores (1999) y los cálculos de conversión de biovolumen a carbono se derivaron siguiendo a Menden-Deer y Lessard (2000). Las diatomeas presentaron una abundancia promedio más baja que la de los dinoflagelados. La mayoría de las longitudes de las células de diatomeas se encontraron en un rango de 50 a $200 \mu\text{m}$, aunque llegamos a encontrar células de hasta $800 \mu\text{m}$. Calculamos un aporte de biomasa de las diatomeas con un rango entre 0.5 a $1 \mu\text{gC l}^{-1}$ y un máximo de $4 \mu\text{gC l}^{-1}$. Los dinoflagelados presentaron

una abundancia máxima 3780 cél. l^{-1} . El rango medio de la longitud de las células fue de 30 a $100 \mu\text{m}$, esto indica que fueron células más pequeñas en comparación con las diatomeas, sin embargo, el aporte de biomasa de dinoflagelados fue mayor, con un rango de 0.5 a $3 \mu\text{gC l}^{-1}$ y con máximos de $6 \mu\text{gC l}^{-1}$. La biomasa está controlada por la abundancia y el tamaño de células. Nuestras observaciones muestran como las diatomeas presentan los mayores valores en los tamaños de las células, en contraste con los dinoflagelados cuyas abundancias tienden a explicar su mayor importancia para el aporte de biomasa, presentando sus máximos en los giros anticiclónicos, en aguas cálidas y pobres en nutrientes.

SE15-8

RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANKTON Y LA HIDROLOGÍA DE LAS AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO.

Färber Lorda Jaime, Romero Vargas Márquez Ignacio y Curiel Mondragón Concepción
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jfarber@cicese.mx

Muestras tomadas durante tres diferentes estaciones (XIXIMI 1, noviembre, 2010; XIXIMI 2, julio, 2011; y XIXIMI 3 febrero-marzo, 2013) del año en el Golfo de México, muestran un mismo patrón de distribución, la zona más productiva se sitúa en el Golfo de Campeche donde se presenta un giro quasi-permanente. La profundidad de las isopícnas de los tres cruceros, separadamente, presentan un domo frente a las costas de Campeche, donde se encontraron así mismo valores más elevados de fluorescencia, en coincidencia con bio-volumenes de zooplankton altos. Un análisis global de los datos, incluyendo los datos de los tres cruceros, nos muestra el mismo patrón de distribución, y su relación con valores más elevados de fluorescencia, en la zona frente a Campeche. Los principales grupos del zooplankton muestran poca variabilidad estacional en sus proporciones, pero una variabilidad estacional grande en sus abundancias y biovolumenes. Se encontró una diferencia significativa entre los biovolumenes de los tres cruceros. Durante el crucero de julio del 2011 (XIXIMI 2), se encontraron grandes concentraciones de salpas, las que estuvieron presentes inmediatamente después de fuertes lluvias, los bio-volumenes promedio, durante este crucero, fueron 9 veces superiores de los otros cruceros. Un análisis de los datos nos muestra que aun excluyendo el macro-zooplankton del crucero de julio, existe una diferencia significativa entre los bio-volumenes del zooplankton con valores promedio 6 y dos veces más elevados que los de los otros dos cruceros. Estos resultados nos muestran que en la zona del Golfo de Campeche se encuentra una zona permanente de más alta productividad, pero con variaciones estacionales considerables.

SE15-9

COMUNIDADES DE CRUSTÁCEOS DECÁPODOS Y RECURSOS PESQUEROS POTENCIALES DEL TALUD DEL SUR GOLFO DE MÉXICO.

Gracia Adolfo y Vázquez Bader Ana Rosa
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
gracia@unam.mx

Con el fin de conocer la biodiversidad de organismos bentónicos y el potencial pesquero en el talud continental del sur del Golfo de México se han desarrollado de manera sistemática ocho campañas oceanográficas a bordo del B/O JUSTO SIERRA de la UNAM entre la frontera con EUA hasta el Mar Caribe Mexicano. Se realizaron 215 muestreos con redes camaroneras en un rango de 300 a 1200 m de profundidad. Se obtuvo un total de aproximadamente $14,200$ megacrústáceos correspondientes a 26 familias, 48 géneros y 93 especies. En algunas de las especies se amplía la distribución espacial y batimétrica. Las mayores abundancias se registraron en las familias Aristeidae, Solenoceridae, Benthescymidae, Nematocarcinidae, Polychelidae y Parapaguridae. El mayor número de especies se detectó en las familias Galatheididae, Ophrophoridae y Pandalidae. La mayor diversidad se registró entre los 500 y 700 m de profundidad. Se encontraron seis especies de camarones de las familias Aristeidae, Solenoceridae y Penaeidae con potencial pesquero. Los camarones Rojo Gigante (*Aristaeomorpha foliacea*), Carabinero (*Aristeopsis edwardsiana*) y Rojo Real (*Pleoticus robustus*) representaron el 90% de la captura. Se registraron valores de biomasa y captura por unidad de esfuerzo de $609 + 832 \text{ g/ha}$ y $2.5 + 3.3 \text{ kg/h}$, respectivamente. Se estima un área de pesca potencial de $60,000 \text{ km}^2$. La eventual utilización de este recurso pesquero potencial requiere de estrategias que aseguren su explotación sustentable y a la vez minimicen el impacto en el frágil ecosistema de mar profundo.

SE15-10

COMPOSICIONES ISOTÓPICAS DE CARBONO Y NITRÓGENO DEL MESOZOOPLANKTON COMO INDICADORES DE FUENTES DE PRODUCCIÓN PRIMARIA Y NITRÓGENO EN AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO

Herzka Sharon¹, Herguera Juan Carlos¹ y López-Veneroni Diego²¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE²Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
sherkza@cicese.mx

En sistemas pelágicos, la composición isotópica del mesozooplankton (tamaño mayor de 333 µm) se ha usado para distinguir entre fuentes de producción primaria y discriminar entre fuentes de nitrógeno. La composición isotópica del zooplankton también se ha usado como parámetro sustituto para trazar la trama trófica pelágica. Los copépodos tienden a presentar más herbivoría que los eufáusidos, aunque esto depende del taxón, mientras que los eufáusidos tienden a ocupar un nivel trófico superior por su tamaño y hábitos alimentarios. Analizamos la composición isotópica (δ¹³C y δ¹⁵N) de copépodos y eufáusidos recolectados con una red bongo de 500 µm en la capa superficial (<200 m) de las aguas profundas del Golfo de México durante los cruceros XIXIMI-1 (otoño 2010), XIXIMI-2 (verano 2011) y XIXIMI-3 (invierno 2013). Los valores δ¹³C promedio de los copépodos y eufáusidos capturados durante el XIXIMI-1 y XIXIMI-2 exhibieron valores muy similares (entre -21.6 y -20.7‰). Sin embargo, durante XIXIMI-3 la composición isotópica de ambos grupos fue ca. 1‰ más ligera. Aunque hubo una correlación positiva entre los valores de δ¹³C de los copépodos y eufáusidos capturados en una misma muestra para los tres cruceros, estas relaciones exhibieron un alto nivel de variabilidad y solo fueron significativas en los datos correspondientes a XIXIMI-2. Destacamos dos observaciones para los isótopos de N: la similitud de los valores promedio de δ¹⁵N entre cruceros, y la diferencia consistente en la composición isotópica entre los eufáusidos y los copépodos. La comparación de los valores de δ¹⁵N de copépodos y eufáusidos capturados en una misma estación de muestreo indicó que en general los eufáusidos tuvieron valores más enriquecidos en δ¹⁵N. Considerando un enriquecimiento trófico de ca. 3.5 ‰ en δ¹⁵N, esto es consistente con sus diferentes niveles tróficos. Observamos diferencias significativas en los valores de δ¹³C entre cruceros y grupos taxonómicos, mientras que solo hubo diferencias significativas entre grupos y no entre cruceros en los valores de δ¹⁵N. Los valores de δ¹³C de copépodos y eufáusidos fue consistente con el uso de materia orgánica de origen fitoplanctónico, aunque en algunas estaciones cercanas a la plataforma pudo haber aportes sustanciales de materia orgánica de origen terrestre. La composición isotópica del nitrógeno entre muestras de un mismo crucero tendió a ser más variable que la del carbono, llegando a cubrir un intervalo de 5‰ en los eufáusidos recolectados durante XIXIMI-2. El rango de valores de δ¹⁵N puede implicar una contribución importante de la fijación de nitrógeno al nitrógeno inorgánico disuelto en algunas zonas de la región de estudio, particularmente durante el verano y el otoño. Esto es consistente con otros ambiente oligotróficos como son el Atlántico subtropical y el Caribe, y con la presencia de Trichodesmium en el golfo de México. Los resultados de este estudio apoyan el paradigma de uso de la composición isotópica del zooplankton para inferir las fuentes de carbono y nitrógeno que sostienen la red alimentaria de las aguas profundas del golfo de México.

SE15-11

VARIACIÓN EN LOS ENSAMBLAJES DE LARVAS DE PECES ASOCIADOS A LAS ESTRUCTURAS DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE MÉXICO

Echeverri García Laura del Pilar¹, Herzka Sharon¹, Pérez Brunius Paula¹, Ferreira Bartrina Vicente² y Jiménez Rosenberg Sylvia Patricia A.²¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
lechever@cicese.edu.mx

Los patrones de circulación y las características hidrográficas del golfo de México están influenciados por diversas estructuras de mesoescala, que a su vez se pueden asociar con características oceanográficas específicas influenciadas por cambios estacionales, con mayor variabilidad cerca de la superficie. Aunados a los patrones reproductivos de los peces, la circulación inducida por las estructuras de mesoescala influye directamente sobre la dispersión de las larvas de peces, y constituye uno de los factores que generan diferencias en la conformación y mantenimiento de los ensamblajes ictioplanctónicos a nivel espacial y temporal. Este trabajo evaluará la importancia relativa de las estructuras de mesoescala y la estacionalidad sobre la variación en la abundancia y diversidad de las larvas de peces en la región de aguas profundas (>1000m) del golfo de México. Se plantean las hipótesis de que los ensamblajes de larvas de peces en cada estructura de mesoescala tendrán un nivel de similitud mayor que aquellos correspondientes a estructuras diferentes durante una misma época del año, y de que habrá diferencias estacionales entre ensamblajes de la misma estructura. Para evaluar estas hipótesis se analizan datos oceanográficos medidos in situ y muestras de ictioplancton recolectadas desde aproximadamente los 200 m de profundidad hasta la superficie durante los cruceros XIXIMI-1 (noviembre 2010) y XIXIMI-2 (julio 2011), así como datos de percepción

remota de las áreas y épocas correspondientes a los cruceros mencionados. El análisis exploratorio de las condiciones oceanográficas, incluyendo el nivel del mar, la temperatura promedio, la profundidad de la capa de mezcla, y la concentración de Chl-a en la superficie, permitió identificar y caracterizar cuatro estructuras de mesoescala con condiciones oceanográficas contrastantes: el giro ciclónico de Campeche, la margen oriental de la bahía de Campeche, el norte de la península de Yucatán en la zona bajo influencia de la corriente de Lazo, y la zona de giros anticiclónicos en el centro del golfo. Se seleccionaron 14 estaciones oceanográficas para cada crucero, y se identificaron los taxones de peces presentes en cada una de ellas. Se analizarán las diferencias en la estructura de los ensamblajes entre zonas y entre años, aportando información acerca de la relación que tienen las estructuras de mesoescala y los procesos estacionales con la variación en la distribución, abundancia y composición taxonómica de la comunidad de larvas de peces en el golfo de México.

SE15-12

CONTENIDO DE HIDROCARBUROS EN PECES EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Gracia Adolfo y Alexander Valdés Héctor M

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
gracia@unam.mx

Se analiza el contenido de Hidrocarburos en músculo de 29 especies de peces colectados en el suroeste del Golfo de México (frente a los estados de Veracruz, Tabasco and Campeche) en el verano de 2010. Los organismos se colectaron en 30 localidades con una red camaronera a bordo del B/O JUSTO SIERRA de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los hidrocarburos totales presentaron un rango de 78.3-12657.2 µg/kg con una media de 2422.9+1834.4 µg/kg. Los hidrocarburos alifáticos constituyeron el 98% mientras que los aromáticos el 2% del total. Los hidrocarburos aromáticos con los mayores registros fueron Bifenil, Antraceno y Fenantreno con 691.12, 425.12 and 407.47 µg/kg, respectivamente. Los mayores registros de hidrocarburos totales (>5,000 µg/kg) se localizaron frente a Alvarado, Dos Bocas, Ciudad del Carmen y Celestún. No se encontró correlación entre el contenido de hidrocarburos en peces y en el sedimento. En general las concentraciones de hidrocarburos en peces se encuentran dentro de los límites permitidos.

SE15-13

ÁCIDOS GRASOS DE PRODUCTORES PRIMARIOS, MATERIAL ORGÁNICO SEDIMENTARIO Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS ESPECIES DE LA ICTIOFAUNA EN LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO

Galeana Cortazar Angel Roberto¹, Aguñiga García Sergio¹, Zetina Rejón Manuel¹, Arreguín Sánchez Francisco¹, Sánchez González Alberto² y Carreon Palau Laura²¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²CIBNOR
olach86@gmail.com

Los ácidos grasos (AG) e isótopos estables se han usado ampliamente como marcadores de las fuentes orgánicas y sus destinos en ecosistemas costeros. Laguna de Términos, Campeche, es un cuerpo costero de gran interés por el actual crecimiento antropogénico y la variabilidad natural que modifica la distribución de los productores primarios (fitoplancton, manglar, pastos y algas marinas) y su relación con la distribución de la ictiofauna. El material orgánico sedimentario (MOS) es un valioso registro de la variabilidad espacial de los productores primarios en éste ecosistema. Estudios con la aplicación del modelo SIAR, empleando valores d-13C y d-15N, identifican una relación directa entre los productores primarios y sus contribuciones relativas a la ictiofauna y al MOS. Sin embargo, a partir del análisis geoquímico sigue siendo un factor de incertidumbre las fuentes orgánicas que constituyen el MOS y entender su origen y transferencia en la red trófica así como sus efectos en la variabilidad espacial de la ictiofauna. Por lo tanto, el presente estudio, de manera complementaria, analiza el perfil de ácidos grasos (AG) de los productores primarios (sintetizan sus AG, algunos de los cuales son específicos), el MOS y especies de la ictiofauna [Diapiterus rhombeus, Sphaeroides testudineus, Herengula (omnívoros) y Synodus foeten, Lutjanus synagris (carnívoros)] para entender de mejor manera esta relación. Los resultados indican que en el MOS distribuido en todo el litoral de la laguna, sus componentes principales son los pastos marinos y manglar, principalmente hacia el oeste (Boca del Carmen), mientras que el fitoplancton y las algas son componentes principales del centro y este (Puerto Real). Además, la relación de AG típicos de bacterias (R = B.óxicas/B.anóxicas) indican condiciones más anóxicas hacia el oeste mientras que para la zona este presenta valores de condiciones óxicas. Con respecto a la relación con la ictiofauna nuestros resultados indican que para los peces omnívoros su base alimenticia depende de fuentes como el manglar y los pastos marinos a diferencia los carnívoros que son más importantes las fuentes como el fitoplancton y las algas. También, se observa una importante influencia de la zona donde se encuentran, porque independientemente de la especie, existe mayor similitud en los perfiles de AG entre aquellas especies que se capturaron en estaciones cercanas entre sí. Adicionalmente, se encuentran evidencias de un flujo energético a través del ciclo microbiano, pues existen partículas del tamaño del fitoplancton (64µ), pero con AG

característicos de pastos marinos, manglar y bacterias. Son notables los AG de origen bacteriano en los tejidos de la ictiofauna independientemente de sus hábitos alimenticios, pero en mayor proporción en peces omnívoros como el A. felis y D. rhombeus.

SE15-14

GRADOS DE PIRITIZACIÓN DE METALES TRAZA EN SEDIMENTOS PROFUNDOS DEL GOLFO DE MÉXICO

Huerta Díaz Miguel Angel
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
huertam@uabc.edu.mx

La piritita sedimentaria representa una de las principales fases reducidas producida durante los procesos de diagénesis temprana en sedimentos anóxicos, además de tener una gran capacidad para incorporar metales traza. La formación de piritita en sedimentos anóxicos está directamente relacionada con las tasas de reducción de sulfato, la cual a su vez depende de la cantidad y labilidad de la materia orgánica presente en los sedimentos. La formación de piritita sedimentaria implica la coprecipitación de un número importante de los metales traza presentes en el agua intersticial de los sedimentos. El porcentaje de incorporación de hierro al mineral piritita puede ser evaluado por medio del grado de piritización (DOP, por sus siglas en inglés), el cual puede ser calculado a partir de la ecuación: $DTMP = (Fe-pir)/(Fe-pir + Fe-HCl)$; en donde Fe-pir y Fe-HCl se refieren al hierro asociado al mineral piritita y al extraído con ácido clorhídrico 1 M, respectivamente. El grado de asociación de un metal traza dado (Me) con la piritita puede ser evaluado por medio del grado de piritización de metal traza (DTMP, por sus siglas en inglés), calculado a partir de la ecuación: $DTMP = (Me-pir)/(Me-pir + Me-HCl)$. El objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar los grados de piritización de los metales traza Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y V en un total de 23 núcleos recolectados en sedimentos profundos del Golfo de México, los cuales representan un total de 334 muestras. Los resultados obtenidos muestran que los valores de DTMP promedio estuvieron en el rango 6.8 ± 8.3 a $40 \pm 33\%$ ($n = 334$) para Mn y Pb, respectivamente. Sin embargo, se obtuvo toda una gama de valores de DTMP para los diferentes núcleos y para los diferentes metales, con valores que abarcaron desde prácticamente cero hasta 100%. Sin embargo, los valores elevados de DOP generalmente correspondieron con valores elevados de DTMP, indicando que la incorporación de metales traza a la piritita aumenta conforme aumenta la piritización de los sedimentos, especialmente cuando los valores de DOP son cercanos al 100%. Análisis de los valores promedio de las fracciones piritita y HCl indicaron la existencia de una relación logarítmica entre las concentraciones promedio de Me-HCl y las de Me-pir (considerando todos los núcleos), con un coeficiente de determinación altamente significativo de 0.61 ($n = 166$, $p < 0.001$). Este resultado sugiere que existe una importante dispersión en los valores de los metales traza, lo que sugiere la existencia de una elevada heterogeneidad en los ambientes sedimentarios profundos del Golfo de México.

SE15-15

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA BIOCENOSIS DE FORAMINÍFEROS BÉNTICOS EN EL GOLFO DE MÉXICO DURANTE 2013

Egremy Aideé y Herguera Juan Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
egremy.va@gmail.com

Con el objetivo de describir y evaluar los patrones de distribución de la biocenosis de foraminíferos béticos se muestran nuevos resultados sobre su abundancia en sedimentos de talud y abisales del golfo de México (GM) con información sobre la respuesta de este grupo a la variabilidad ambiental en la región de aguas profundas del GM. Se han interpretado los patrones de abundancia de este grupo en función de la profundidad, temperatura y disponibilidad de alimento. Sin embargo, más allá de los 1500m la disponibilidad de alimento es el factor más importante, ya que las demás variables no muestran ninguna variabilidad a mayores profundidades. Para el análisis poblacional se utilizaron núcleos de sedimento obtenidos en nueve estaciones a borde del B/O "Justo Sierra" durante la campaña oceanográfica XIXIMI-3 durante febrero-marzo del 2013. De cada estación se muestrearon en el barco los primeros tres centímetros en segmentos cilíndricos perpendiculares a la profundidad de los núcleos y se preservaron en frascos con una solución de formalina al 4% con agua de mar. En el laboratorio estos se procesaron, lavaron y tamizaron a través de un tamiz con luz de malla de 150µm y se tiñeron con rosa de bengala para caracterizar aquellos que aún tenían materia orgánica en las testas calcáreas y aglutinadas, a los que consecuentemente consideramos parte de la biocenosis. Los resultados muestran que las menores abundancias se encuentran en aquellas estaciones ubicadas en la parte central del GM, en las regiones más alejadas de los taludes continentales que mostraban concentraciones típicas de 2 foraminíferos teñidos/m², en contraste con las estaciones más cercanas al talud continental en la que se registraron hasta 9 foraminíferos teñidos/m². Estas observaciones sugieren que los foraminíferos béticos teñidos probablemente se vean influenciados por la variabilidad en áreas cercanas al talud, donde el alimento disponible es relativamente mayor a aquellas zonas situadas en las llanuras abisales en las que el alimento está más limitado.

Sesión Especial

Oceanografía física del Golfo de México y Mar Caribe

Organizadores:

Julio Candela Pérez

Paula Pérez Brunius

José Luis Ochoa de la Torre

SE16-1

LA HISTORIA DE DOS ESTRECHOS

Candela Julio, Ochoa José Luís, Sheinbaum Julio, López Mariscal Manuel, Pérez Brunius Paula y Pallás Sanz Enric
CICESE
jcandela@cicese.mx

Dos años (07/2012 a 07/2014) de observaciones de corriente a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de la Florida (@ ~81grados W) miden, por primera vez, el intercambio simultáneo del Golfo de México con el Mar Caribe y el Océano Atlántico adyacentes. El transporte medio observado para el primer año (07/2012-06/2013) en las dos secciones es de alrededor de 25 Sv (Sverdrup = $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$). Esto implica un transporte medio de por lo menos 5 Sv fluyendo por el exterior del Golfo de México para igualar el transporte medio de ~31 Sv medido históricamente en la sección del cable entre Florida y las Bahamas. Los transportes horarios observados, incluyendo mareas, dan un máximo de 61 Sv hacia el Golfo de México y un mínimo de 13 Sv hacia el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán, mientras que en el Estrecho de la Florida se observan un máximo de 41 Sv y un mínimo de 2.3 Sv, ambos hacia el Océano Atlántico. Las anomalías de transporte extremas en ambos estrechos están relacionadas con eventos meteorológicos y con el comportamiento de la Corriente del Lazo en el interior del Golfo de México.

SE16-2

EL CANAL DE YUCATÁN: UNA DINÁMICA MÁS COMPLEJA DE LO PREVISTO

Athié Gabriela, Sheinbaum Julio, Ochoa José Luís y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
g_athie@hotmail.com

El flujo que cruza la zona Oeste del Canal de Yucatán (definido al Oeste de 85.6W) representa alrededor del 90% del transporte total de dicho canal; sin embargo, el análisis de 4 años de mediciones de velocidad en esta zona, muestra una correlación inversa significativa ($r < -0.6$) entre el transporte al Este y al Oeste de 85.6W, es decir, periodos de intensificación de la Corriente de Yucatán (flujo hacia el Golfo) se relacionan con periodos donde la Contracorriente Cubana (flujo hacia el Caribe) se intensifica. A pesar de que el transporte promedio es 8 veces mayor en el lado Oeste, con respecto al lado Este del canal, las anomalías presentan una amplitud comparable en ambos extremos (alrededor de 4 Sv). Lo anterior revela una compensación del flujo entre ambos lados del canal, mostrando la importancia de considerar la dinámica en el extremo cubano. Estos resultados son comparados con la variabilidad del transporte calculado al Norte y al Sur del Estrecho de Florida, con el fin de investigar si dicha dinámica abarca ambos canales.

SE16-3

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE MÉXICO

Sosa Gutiérrez Elva Rosmery¹, Pallás Sanz Enric¹, Candela Julio¹ y Chaigneau Alexis²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Institut de Recherche pour le Développement
esososa@cicese.edu.mx

La estructura vertical (termohalina y dinámica) típica de los remolinos anticiclónicos (rACs) y remolinos ciclónicos (rCs) de mesoescala ubicuos en el Golfo de México (GOM) es obtenida con una combinación de mapas diarios de anomalías del nivel del mar (altimetría satelital) y perfiles verticales horarios de velocidad horizontal, temperatura y salinidad medidos en 32 anclajes del grupo CANEK durante el periodo de Noviembre del 2007 a Noviembre del 2012. Se utiliza un método de detección de remolinos para identificar la periferia y centro (Chaigneau et al. 2009). Se han construido compuestos de remolinos generados en dos regiones diferenciales: (i) el sistema de la corriente del lazo (CL) donde se desprenden rACs cálidos que se propagan hacia el Oeste y (ii) el Oeste del GOM donde arriban dichos rACs y se generan nuevos localmente; siendo ambas, regiones de generación de rCs. Las trayectorias observadas de los remolinos indican que los rCs permanecen cerca de sus regiones de generación. Los compuestos de la CL se obtuvieron con 9 anclajes y los compuestos del Oeste del GOM con 23 anclajes. Los rACs de la CL (rACs del Oeste del GOM) tienen el núcleo de temperatura a $z = -350\text{m}$ ($z = -220\text{m}$) con anomalías máximas de $+3^\circ\text{C}$ ($+2.2^\circ\text{C}$); y el núcleo de salinidad tiene profundidades y anomalías máximas de 450m (400m) y 0.4ppm (0.26ppm). Por otro lado, comparaciones entre rCs de la CL y rCs del Oeste del GOM muestran el núcleo de temperatura a la misma profundidad para ambos ($z = -190\text{m}$) pero los rCs de la CL tienen anomalías de temperatura ~3.4 veces mas intensas; la salinidad de los rCs de la CL (rCs del Oeste del GOM) tienen una anomalía máxima de 0.3ppm (1.1ppm) y se localiza a la profundidad de 250m (200m). La rapidez máxima de los rACs y rCs de la CL y del Oeste del GOM son similares con valores entre 0.52-0.6m/s y 0.18-0.22m/s respectivamente. Los resultados muestran diferencias significativas entre los compuestos de las dos regiones estudiadas con una reducción del campo de velocidad y del máximo de salinidad y temperatura de los remolinos del Oeste del GOM con respecto a los remolinos del sistema de

la CL. Aunque no podemos identificar las diferentes fuentes de turbulencia con la construcción de remolinos promedio, especulamos que la erosión observada debe ser atribuida a una combinación de: (i) mezcla vertical de masas de agua de los remolinos (con características Caribeñas) con las aguas comunes del GOM (mas frías y salinas), (ii) la interacción entre remolinos, e (iii) interacción ondas-remolinos. Trabajo futuro se debe ser enfocado a la identificación de los mecanismos que modifican las características de los remolinos de la CL y los remolinos del Oeste del GOM.

SE16-4

CORRIENTES ANTE EL CHOQUE DE REMOLINOS EN EL TALUD OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Ortiz Lenna O. y Ochoa José Luís
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
lortiz@cicese.edu.mx

Utilizando datos obtenidos de 2008 a 2013 en un conjunto de 14 anclajes distribuidos en el Golfo de México, localizados entre 19° a 26° N y 92° a 96° W en las isobatas de 130 y 500 m, se obtuvieron perfiles de temperatura y velocidad que se analizaron con la perspectiva de la interacción de anticiclones contra la topografía. Esta presentación se enfoca en 9 remolinos desprendidos de la Corriente del Lazo, que son medidos simultáneamente en varios anclajes durante el periodo total de su interacción con el talud. El corte vertical para un remolino en aguas profundas es típicamente menor que 0.001 1/s, mientras que, cuando hay interacción remolino-topografía, el corte está en un rango mayor de 0.0015 – 0.004 1/s. Observamos que este aumento del corte es notorio durante el choque y más generalizado que la formación de flujos hacia el sur, que también se miden.

SE16-5

DESCRIPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN EN LA PLATAFORMA OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON EL VIENTO

Gutiérrez Villanueva Manuel O., López Mariscal Manuel y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
gvillanuma@hotmail.com

Se hace una descripción preliminar de la circulación en la plataforma occidental del Golfo de México en base a datos de corrientes de anclajes a 130 y 500 m y de una boyas anclada a 80 m. En promedio, se observa una corriente hacia el norte alineada a la batimetría entre 22° N (ARE) y 25° N (PER), donde en 24° N (LMP) se observan las mayores velocidades de corriente alcanzando velocidades máximas $>1 \text{ m s}^{-1}$ durante primavera-verano. La amplitud y varianza explicada por el ciclo anual de las corrientes es máxima cerca de la superficie con valores de 0.25 ms^{-1} y 25%, respectivamente, mientras que la fase ocurre en Mayo. El primer modo empírico de los anclajes a 130 m y de la boyas a 80 m ubicada en 24° N (CS1) explica alrededor de 80% de la varianza total y muestra un perfil cuasi barotrópico de las corrientes, alcanzando velocidades $\sim 1.0 \text{ m s}^{-1}$ hacia el Norte durante primavera-verano para los anclajes al norte de ARE. Las correlaciones entre el primer modo empírico de las corrientes en LMP y ARE a 130 m y CS1 muestra que la correlación máxima es de 0.80 y 0.55, respectivamente, y muestra la existencia de una corriente entre los 22° N y 24° N que fluye hacia el norte durante primavera-verano a lo largo de la costa. Estudios previos sugieren al rotacional del esfuerzo del viento y, recientemente, al esfuerzo del viento local a lo largo de la costa como agentes forzantes de esta corriente. Promedios mensuales climatológicos del rotacional del viento muestran que se establece una zona de rotacional positivo a lo largo de la costa desde PER hasta la península de Yucatán en Abril-Agosto, con máximos valores en Julio. El primer modo empírico del rotacional del esfuerzo del viento explica mayor varianza ($>50\%$) cerca de la costa entre 22° N y 25° N, asociada a valores de rotacional negativo en otoño-invierno y principios de primavera. El promedio del transporte de Sverdrup integrado zonalmente en todo el golfo muestra transporte hacia el sur (norte) por arriba (debajo) de 22° N.

SE16-6

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA CERCANA A LA INERCIAL EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

García Gómez Beatriz Ixetl, Pallás Sanz Enric y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
bgarcia@cicese.edu.mx

Las ondas inercio-gravitatorias (OIGs) son corrientes rápidas y de pequeña escala muy importantes en la mezcla vertical del océano interior. Las oscilaciones inerciales (OIs), generadas en la capa de mezcla por el esfuerzo del viento, son las OIGs de menor frecuencia, mayor energía cinética, y rotan con frecuencia inercial f. Existen pocos trabajos en literatura sobre las OIs en las aguas Mexicanas del Golfo de México (GoM) principalmente debido a la falta de datos in situ. El objetivo principal de este trabajo es describir la distribución espacial y temporal de la energía cinética

(KEI) de las ondas cercanas a las inerciales (OCIs) en el suroeste del GoM con datos de velocidad horizontal medida con correntímetros acústicos instalados en 30 anclajes ubicados entre los 90° y 98° W y los 18°-26° N durante el periodo de septiembre de 2008 a septiembre de 2012. Las componentes horizontales de las corrientes cercanas a las inerciales (u', v') se han obtenido con un filtro pasa banda butterworth en la banda frecuencial [0.9 – 1.1] f. La mayor cantidad de KEI superficial (<66 m), promediada durante los 4 años, se observó entre los 94°-96° W y alrededor de los 22° N; mientras que la menor cantidad de energía ocurre en los anclajes mas someros. Los promedios temporales indican que la estación con mayor (menor) KEI es la de invierno (verano). El porcentaje de 'eventos inerciales' durante el periodo de estudio también fue máximo durante el invierno con un valor mayor al 30%. Se ha calculado el trabajo realizado por el viento sobre las OCIs utilizando vientos North American Regional Reanalysis (NARR). En promedio, la distribución horizontal del flujo de energía a las OCIs coincide con la distribución horizontal promedio de la KEI y tiene una estacionalidad similar; máximo (mínimo) en invierno (verano). Específicamente, la componente meridional del trabajo es la mas importante lo cual sugiere que los pulsos de viento que generan las OCIs son eventos "Nortes" que tienen una fuerte componente noroeste-suroeste como muestran las elipses de variabilidad.

SE16-7

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN INDUCIDA POR VIENTO EN EL GOLFO DE CAMPECHE.

Cordero Quirós Nathali, Pérez Bruniús Paula, Sheinbaum Julio y Herguera Juan Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 ncordero@cicese.edu.mx

El Golfo de Campeche (GC) se caracteriza por la presencia de un giro ciclónico semi-permanente. Anteriormente se ha sugerido que la circulación de este giro presenta variaciones estacionales que están en fase con los cambios de signo del rotacional del esfuerzo del viento, intensificándose en invierno y atenuándose en verano. Otros estudios han demostrado que el giro promedio circula a lo largo de contornos geostróficos cerrados y que la velocidad conserva su dirección hasta más de 1000 m de profundidad. Lo anterior sugiere que el giro de Campeche es un flujo equivalente barotrópico que conserva vorticidad potencial. Además de las variaciones estacionales en la intensidad del giro, estudios previos muestran que éste presenta cambios en su tamaño, forma, posición e intensidad a lo largo del año, independientes de la estación. Se atribuye esta variabilidad a la interacción del giro con remolinos provenientes de la Corriente del Lazo. En el presente trabajo se utiliza un balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente para modelar el transporte del giro utilizando al viento como forzamiento y a la fricción de fondo como efecto de disipación, comparándolo con el transporte estimado por altimetría satelital con el transporte observado por dos anclajes localizados en la región del giro de Campeche. Las correlaciones observadas confirman que el giro de Campeche es principalmente geostrófico, y que la aproximación de flujo barotrópico equivalente es apropiada. El transporte modelado mostró una mayor correlación con el transporte observado por el anclaje localizado al suroeste del GC (0.58) que con el anclaje en la zona oriental del giro (0.35). Esto sugiere que el viento no es suficiente para explicar la variabilidad estacional de la circulación del GC. Los cambios que experimenta el giro debido a su interacción con remolinos provenientes del norte del Golfo de México nos lleva a pensar que debemos tomar en consideración el flujo horizontal de vorticidad de los remolinos para optimizar el modelo. En el poster titulado "Balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente sobre contornos geostróficos cerrados" se explican el desarrollo de la ecuación de conservación de vorticidad potencial para un flujo barotrópico partiendo de las ecuaciones de momentum, y el cálculo de la difusión lateral de vorticidad a partir de los esfuerzos de Reynolds estimados con datos de altimetría.

SE16-8

CONECTIVIDAD DEL GOLFO DE CAMPECHE CON EL RESTO DEL GOLFO DE MÉXICO A PARTIR DE DATOS LAGRANGIANOS REALES Y SIMULADOS.

Rodríguez Outerelo Javier¹, Pérez Bruniús Paula² y Herzka Sharon²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
 outerelo@cicese.edu.mx

Con el objetivo de conocer la conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto del golfo de México, se han utilizado los datos horarios de boyas de deriva lanzadas mensualmente desde septiembre del 2007 hasta enero de 2014 en cinco puntos del Golfo de Campeche, ubicados entre los 21 y 19 grados de latitud norte y entre los 93 y 97 grados de longitud oeste. Paralelamente, con la intención de comprobar si se pueden usar datos de altimetría para conocer la conectividad, se han simulado las trayectorias de las boyas de deriva desde su posición y tiempo inicial de lanzamiento, integrando el campo geostrófico correspondiente derivado de datos de altimetría. El área de estudio se dividió en 6 regiones (golfo de Campeche, golfo de México occidental, central, oriental, noroeste y noreste). Los resultados demuestran que la región de Campeche posee una alta capacidad de retención. El 35% de las boyas se retuvieron en dentro del golfo de Campeche en comparación con 60% de las partículas transcurridos 100 días de su lanzamiento, lo cual indica que la simulación sobreestima la retención. La salida principal de las boyas y partículas

desde el golfo de Campeche fue a la región oeste. Las boyas alcanzan en menor tiempo la región Noroeste (luego de 70 días arribaron el 20 % de las boyas y el 5 % de las partículas). A pesar de estas diferencias, el comportamiento general de los porcentajes de boyas y partículas para cada una de las regiones de estudio es similar, por lo que el uso de altimetría es válido como primera aproximación para el estudio de la conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto de regiones del golfo de México, tomando en cuenta las diferencias arriba mencionadas. Por último, se presentarán resultados preliminares de otro experimento en el que se lanzarán 1000 partículas cada mes en la zona de lanzamiento de las boyas de deriva y serán sujetas a advección por las corrientes geostróficas derivadas de altimetría. Esto permitirá explorar si hay diferencias estacionales en los patrones de conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto del sistema.

SE16-9 CARTEL

CICLO ESTACIONAL DE LA CORRIENTE DE YUCATÁN

Athié Gabriela, Sheinbaum Julio, Romero-Arteaga Angélica, Ochoa José Luis y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 g_athie@hotmail.com

Se investigó el ciclo estacional del transporte a través del Canal de Yucatán a partir de 4 años de observaciones de velocidad (1999-2001, 2010-2011 y 2012-2013), mostrando un comportamiento anual. Mientras que 7 años de mediciones solamente en el lado Oeste del Canal de Yucatán (1999-2001, 2008-2013), mostraron una variabilidad de baja frecuencia diferente en la Corriente de Yucatán, confinada a esta zona del canal. Estos resultados difieren de lo observado recientemente a partir de modelos numéricos, quienes reportan un ciclo semianual dominante para el transporte total en el Canal de Yucatán. Dichos resultados fueron corroborados utilizando un proxy del transporte en el canal, basado en 20 años (1993-2013) de anomalías del nivel del mar de AVISO. El ciclo estacional tanto de la Corriente de Yucatán en la zona Oeste, como el del transporte total, son comparados con el rotacional del esfuerzo del viento en el Caribe y observaciones en el estrecho de Florida.

SE16-10 CARTEL

CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA DEL GOLFO DE MÉXICO CON UN MÉTODO DE DETECCIÓN BASADO EN ALTIMETRÍA SATELITAL

Sosa Gutiérrez Elva Rosmery¹, Pallàs Sanz Enric¹, Candela Julio¹ y Chaigneau Alexis²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Institut de Recherche pour le Développement
 esosa@cicese.edu.mx

La anomalía del nivel del mar (ANM) obtenida remotamente con altimetría satelital (Ssalto/Duacs multimission altimeter products) es usada para la caracterización y seguimiento de los remolinos de mesoescala (anticiclónicos/cálidos y ciclónicos/fríos) ubicuos en el Golfo de México (GOM) siguiendo el método de Chaigneau et al. (2009). Los remolinos anticiclónicos (rACs) y ciclónicos (rCs) de mesoescala son identificados como ANM positivas y negativas, respectivamente. El método de identificación y seguimiento utilizado se basa en la localización del centro de los remolinos asociado con las anomalías locales máximas (mínimas) del nivel del mar. Para cada centro, el algoritmo busca contornos cerrados de ANM con un incremento de 0.1cm. El contorno cerrado mas externo, rodeando el centro considerado, corresponde a la periferia del remolino. Para cada remolino individual, y para cada instante de tiempo, se calcula con los mapas de altimetría el radio correspondiente a un remolino circular con la misma área y la amplitud medida como la diferencia de la ANM del centro y la ANM promediada a lo largo de la periferia del remolino; y con la velocidad geostrófica derivada de la altimetría, se calcula la energía cinética (EC) promedia normalizada por el área y la vorticidad vertical. Finalmente se calcula la trayectoria de los remolinos siguiendo el centro de los mismos, utilizando un radio de búsqueda de 150km, entre dos mapas altimétricos separados 1 semana. En base a este método se muestran las estadísticas de las características de los rACs y rCs, sus trayectorias preferenciales, y tiempos de vida. Los resultados muestran que tanto rACs como rCs tienen características similares con valores mas frecuentes de ~50km de radio, ANM de 5-10cm, EC de ~0.05m²/s², y vorticidad vertical de ~5x10⁻⁶ s⁻¹. Esto sugiere, a su vez, que los rACs y rCs más comunes del GOM tienen mecanismos de generación parecidos. Finalmente se muestra que las trayectorias preferenciales de los rACs es hacia el oeste y ocurre entre 23N-24N; mientras que los rCs no tienen una dirección de propagación preferencial y permanecen cerca de las regiones de generación.

SE16-11 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS CERCANAS A LAS INERCIALES EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

García Gómez Beatriz Ixetl, Pallàs Sanz Enric y Candela Julio
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 bgarcia@cicese.edu.mx

Las ondas inercio-gravitatorias (OIGs) son corrientes rápidas y de pequeña escala muy importantes en la mezcla vertical del océano interior. Las oscilaciones inerciales (OIs), generadas en la capa de mezcla por el esfuerzo del viento, son las OIGs de menor frecuencia, mayor energía cinética, y rotan con frecuencia inercial f . Para que la frecuencia intrínseca de una OI se modifique y exista propagación vertical, se han propuesto diversas causas en literatura entre las cuales las más importantes son: (a) el efecto Doppler, causado por la interacción del tren de ondas y las corrientes ambientales y/o (b) la vorticidad vertical que desplaza la frecuencia inercial f a una frecuencia denominada frecuencia efectiva. Existen pocos trabajos en literatura sobre las características de las ondas cercanas a las inerciales (OCIs) en las aguas Mexicanas del Golfo de México (GoM) principalmente debido a la falta de datos in situ. El objetivo principal de este trabajo es describir las características, y los mecanismos de propagación vertical, de las OCIs ubicuas en el suroeste del GoM con datos de velocidad horizontal medida con correntímetros acústicos instalados en 30 anclajes ubicados entre los 90° y 98° W y los 18° - 26° N durante el periodo de septiembre de 2008 a septiembre de 2012. Se exploraron las características de los paquetes de OCIs: frecuencia, longitud de onda, velocidad de grupo, energía cinética, etc.; así como el efecto de la vorticidad ambiental en la propagación vertical de los paquetes de OCIs. De los eventos seleccionados se encontraron escalas horizontales y verticales típicas de ~ 200 km y ~ 300 m, con una velocidad de grupo vertical de ~ 60 m/día, y energía cinética máxima del orden de 10 - 2 m^2/s^2 . La frecuencia Euleriana de los paquetes de OCIs profundos se encontró típicamente entre un 5%-10% alrededor de f . De acuerdo con la teoría, los resultados muestran una mayor (menor) propagación vertical de las OCIs dentro de anticiclones (ciclones) y una amplificación de la energía en la base de los anticiclones ($z \sim 800$ - 1000 m). El trabajo futuro debe ser encaminado en la estimación de la mezcla vertical debida a la rotura de OCIs atrapadas en la base de los remolinos anticiclónicos ubicuos en el GoM.

SE16-12 CARTEL

BALANCE DE VORTICIDAD PARA UN FLUJO BAROTRÓPICO EQUIVALENTE SOBRE CONTORNOS GEOSTRÓFICOS CERRADOS.

Cordero Quirós Nathali, Pérez Bruniús Paula y Sheinbaum Julio
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 ncordero@cicese.edu.mx

El giro ciclónico de Campeche presenta coherencia vertical a profundidades por debajo de los 1000 m y confinamiento topográfico a la región definida por contornos geostrofos cerrados. Estas características permiten implementar un balance de vorticidad para modelar su circulación. En el trabajo titulado "Variabilidad estacional de la circulación inducida por viento en el Golfo de Campeche" se utiliza un balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente forzado por el viento y la fricción en el fondo para estimar el transporte de primer orden a lo largo de contornos geostrofos cerrados. Se llegó a la conclusión de que las diferencias entre el modelo y lo observado pueden deberse a no haber incluido en el balance la difusión lateral de vorticidad inducida por la interacción del giro con remolinos provenientes del norte del Golfo de México, en particular los remolinos anticiclónicos desprendidos del Lazo. En esta sección se presenta el desarrollo de la ecuación de balance de vorticidad para un flujo equivalente barotrópico sobre contornos geostrofos cerrados, partiendo de las ecuaciones horizontales de momentum. El transporte está dado por el balance de primer orden en el que no hay advección de vorticidad y por lo tanto el flujo puede expresarse como una función de los contornos geostrofos. En la primera aproximación se utilizan las componentes del esfuerzo del viento y de la fricción de fondo a lo largo de cada uno de los contornos geostrofos sin tomar en cuenta la difusión lateral de vorticidad. En la segunda parte se realizó una estimación del flujo de vorticidad inducido por remolinos de meso-escala provenientes del Golfo de México. Estos remolinos son considerados como desviaciones del flujo promedio que se expresan en el balance de vorticidad como la integral de línea sobre los contornos geostrofos cerrados de la divergencia de los esfuerzos de Reynolds. Se utilizaron anomalías del nivel del mar para estimar la contribución del término de difusión lateral de vorticidad a la variabilidad del transporte del giro de Campeche.

SE16-13 CARTEL

TRAYECTORIAS SINTÉTICAS DE TRAZADORES A PARTIR DE DATOS DE ALTIMETRÍA EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Rodríguez Outerelo Javier y Pérez Bruniús Paula
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 outerelo@cicese.edu.mx

Con el fin de obtener trayectorias sintéticas de trazadores liberados en el sur del golfo de México, se ha desarrollado una metodología utilizando el campo de velocidades geostrofos derivadas de datos de altimetría. Estos datos se encuentran en una malla de 0.25° de resolución espacial y 7 días de resolución temporal. Se realizó una integración Runge-Kutta de orden 4 del campo velocidad euleriano, empleando un intervalo de integración de 3 horas por un periodo de 100 días. Se implementó una máscara de tierra que sigue la isóbata de 50 metros para evitar incurrir en los errores asociados a datos satelitales en zonas cercanas a la costa. La velocidad en los puntos de malla correspondientes a la máscara de tierra se le asigna un valor de cero por motivos computacionales, generando una capa límite artificial con velocidades bajas en los puntos de malla cercanos a la costa. La trayectoria de las partículas se corta y elimina bajo el criterio de que "han llegado a tierra", utilizando dos métodos diferentes: (1) la partícula es adveccionada con una velocidad inferior a 0.001 cm/s, y (2) la partícula se ubica a una distancia menor a 0.25° de la máscara de tierra. El segundo criterio resultó ser el mejor ya que evitó que las partículas queden retenidas o atrapadas en la capa límite artificial, y permitió obtener porcentajes de partículas en función del tiempo comparables a los de las boyas de deriva lanzadas en el Golfo de Campeche. La comparación visual de las trayectorias sintéticas con las trayectorias de boyas de deriva presentes en el golfo de México demuestra que el uso de velocidades geostrofos obtenidas de datos de altimetría es una buena opción para reproducir el comportamiento general del movimiento superficial a gran escala de trazadores lagrangianos. Se discutirán las fortalezas y debilidades de esta estrategia y se señalarán sus aplicaciones potenciales.

Sesión Especial

Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación

Organizadores:

Marina Manea

Diego Armando Gracia Marroquín

Paola Andrea Botero Santa

Adolfo Pacheco Castro

SE18-1

CLUBES DE CIENCIA MÉXICO; EDUCACIÓN CIENTÍFICA PARA JÓVENES MEXICANOS A TRAVÉS DE REDES INTERNACIONALES DE MENTOREO

Abella Gutiérrez Jose Luis¹ y Quintanilla Terminel Alejandra²¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE²Clubes de Ciencia México, 80 Hampshire Street Apt 5 Cambridge MA, USA, 02139
joseluisabella@gmail.com

Clubes de Ciencia México es una organización de jóvenes científicos de los Estados Unidos y México que busca expandir el acceso a educación científica de alta calidad y el acercamiento de los jóvenes a la investigación. Este programa de enseñanza y mentoreo, fundado en 2013 por jóvenes investigadores Mexicanos, está apoyado por instituciones de ambos países, tales como la Comisión México Estados Unidos para el intercambio Educativo y Cultural (COMEXUS), la Fundación México en Harvard, Academia Mexicana de Ciencias, el David Rockefeller Center for Latin American Studies y el fondo para servicio comunitario del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Además, cuenta con la colaboración de universidades, centros de investigación y organismos gubernamentales de México, como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad de Baja California (UABC), la Universidad de Guanajuato (UG), entre otras. Durante el verano de 2014, se impartieron 30 Clubes de Ciencias de una semana de duración, a alrededor de 300 estudiantes de preparatoria y licenciatura en Ensenada y Guanajuato. Entre los cursos impartidos se incluyó el curso "Cómo fluyen las rocas", un curso intensivo de 25 horas de duración con múltiples ejercicios prácticos orientados al estudio de conceptos básicos de geofísica. Además de enseñar una base teórica del ciclo de formación de las rocas, se mostró cómo desde áreas de conocimiento muy diferentes pueden investigarse variados aspectos de la dinámica terrestre. También se realizó una salida de campo y se incluyeron visitas a laboratorios donde los estudiantes pudieron hablar y preguntar a geólogos, sismólogos y oceanólogos sobre sus investigaciones y sus herramientas de estudio. En la sesión de clausura, con formato de mini-congreso, los estudiantes mostraron a los participantes de los distintos clubes lo aprendido durante el curso. El resultado del Club, de acuerdo a la evaluación de los estudiantes, fue satisfactorio, y destacaron la didáctica de los ejercicios prácticos, así como el haber podido conocer y visitar a otros investigadores. Durante la charla se discutirá y compartirá el diseño del Club de Ciencias, los ejercicios prácticos y resultados con un enfoque en la edad y conocimiento de los estudiantes asistentes. Más información sobre Clubes de Ciencia México: <http://quieroaprender.masporfavor.com>

SE18-2

IMPLEMENTACIÓN DE UN ACUÍFERO EXPERIMENTAL A ESCALA DE CAMPO, PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LA HIDROGEOLOGÍA EN MÉXICO: ESTUDIO EXPLORATORIO PRELIMINAR.

Hernández-Espriú Antonio¹, Arango Galván Claudia², AriasPaz Alberto¹, Arellano-Gil Javier³ y García Serrano Alejandro³¹Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM³Facultad de Ingeniería, UNAM

ahespriu@unam.mx

Desarrollar herramientas modernas para la enseñanza de la hidrogeología en México, representa uno de los retos docentes más importantes de esta década. Consideramos que la enseñanza de nuevas técnicas para el aprendizaje del diseño, ejecución e interpretación de pruebas hidráulicas en acuíferos (PHA), representa un área de oportunidad en la docencia de las aguas subterráneas. Los acuíferos sintéticos a escala de laboratorio son herramientas muy valiosas, pero las pruebas que allí se realizan son diametralmente opuestas a las condiciones de campo. Por otro lado, las PHA efectuadas en entornos regionales, tienen serias complicaciones relacionadas con el deficiente funcionamiento de pozos de producción, accesibilidad limitada a captaciones, ausencia de pozos de observación, equipos rudimentarios de medición y pobre adquisición de datos de campo. Todas estas particularidades entorpecen el proceso enseñanza-aprendizaje. En este contexto, hemos diseñado una estrategia basada en la implementación de un acuífero experimental, que consistirá en adaptar, a escala de campo, un sector reducido de un acuífero granular con la instalación de diversos pozos de monitoreo/bombeo de última generación (p.e. pozos multinivel-CMT). El sitio experimental permitirá: (1) tener una gran versatilidad en términos de la implementación de novedosos experimentos de flujo y trazadores, en condiciones relativamente controladas, (2) la imposición de los estímulos hidráulicos se registrará en varios puntos de observación, a diferencia de una prueba de bombeo convencional, (3) la calidad en la adquisición de los datos de campo será mayor, debido a que la variación del abatimiento se registrará con transductores electrónicos y (4) el sitio puede robustecerse con nuevas perforaciones, mejorando los procesos de enseñanza de la hidrogeología, por medio de prácticas de campo y tesis en el sitio. El sitio experimental propuesto se localiza a ~4 km al SW del poblado Santo Domingo Tianguistengo (Oax.), sobre las terrazas fluviales generadas por el descenso de los niveles erosivos del río Limón y está constituido por material granular poco consolidado, que descansa directamente sobre el lecho del río. El basamento impermeable está formado por

un granito paleozoico, correlacionable con el tronco de Totoltepec. Con objeto de estudiar la factibilidad de implementar el acuífero experimental en el sitio, realizamos una tomografía eléctrica, usando el método de dipolo-dipolo, con separaciones electrónicas variables de 3-4 m, con un equipo SYSCAL PRO (IRIS Instruments) de 48 canales. Se adquirieron 4 líneas de tomografía de resistividad eléctrica (ERT) para conocer la distribución de la resistividad del subsuelo e inferir la geometría del acuífero. Los resultados preliminares sugieren que el espesor saturado del acuífero granular, limitado por el granito, varía de 8-20 m. Esto indica, que la implementación del acuífero experimental es factible desde el punto de vista técnico en este sitio. Planeamos instalar durante el 2015, 3 pozos multipiezométricos y un pozo de bombeo. La implementación del acuífero experimental, permitirá formar estudiantes de una mejor manera, por medio del uso de herramientas computacionales, adquisición de datos de alta calidad y métodos modernos de interpretación, directamente en campo, mejorando la enseñanza de la hidrogeología en México.

SE18-3

LA PARTICIPACIÓN DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO. CIGERCC, UNICACH, CHIAPAS, MÉXICO.

Ramos Hernández Silvia

Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
silviamoshernandez34@gmail.com

El Estado de Chiapas, es una región de alta vulnerabilidad a riesgos tanto por fenómenos naturales (riesgo sísmico, volcánico, deslizamientos, hundimientos, tsunamis), riesgos hidrometeorológicos (huracanes, tormentas tropicales, inundaciones), como por riesgos antropogénicos (cambio climático, incendios, contaminación, etc.) Por lo anterior, ha sido de gran importancia para la entidad la creación de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra, cuyo objetivo es formar profesionales que se habilitan en capacidades para la gestión de riesgos y cambio climático, con un enfoque comunitario y de sustentabilidad. Con ello se coadyuva a satisfacer una necesidad social de formar capital humano local, de frente a la necesidad de sumarse a las capacidades profesionales que requieren las entidades gubernamentales y no gubernamentales, en virtud de la alta exposición a los riesgos y sus consecuencias materializadas en desastres, los cuales anualmente cobran costos sin precedentes en las diversas regiones de Chiapas. Es así como organismos nacionales como CENAPRED, Protección Civil, así como internacionales (Estrategia Internacional de Reducción de Riesgos (IERD-ONU) y del Plan Nacional y Estatal de la Protección Civil, han señalado de manera urgente la necesidad la formación e impulso de las capacidades científicas y técnicas locales en materia de gestión, mitigación y prevención de riesgos de desastre por fenómenos naturales y ambientales, así como en la generación de conocimiento científico y su difusión para el desarrollo de capacidades de adaptación, mitigación y resiliencia en las poblaciones en riesgo. En este contexto, el Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático y la Licenciatura en Ciencias de la Tierra de la UNICACH, como instancias de educación superior e investigación coadyuvan a través de la investigación, el servicio social, práctica profesional, proyectos, etc. Es importante el rol multiplicador del conocimiento hacia las comunidades, escuelas, estudiantes, sus familias y otros miembros de las comunidades sobre el origen de estos eventos y respecto a las medidas que ayudan a reducir y mitigar los riesgos que generan. Este proceso es continuo y se mantiene actualizado tomando en cuenta las experiencias recientes y pasadas en la región frente a la posibilidad de la recurrencia de estos riesgos en Chiapas. En este sentido, se realizan de manera periódica jornadas de capacitación en comunidades susceptibles a riesgos por diversos fenómenos, entre los que resaltan el sísmico y el volcánico.

SE18-4

PROYECTO DE DIVULGACIÓN DEL PELIGRO DE RELÁMPAGOS ENTRE LOS NIÑOS MEXICANOS

Kucienska Beata y Raga Graciela

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
beata@atmosfera.unam.mx

La idea del proyecto surgió a partir del análisis de los datos del Sistema Nacional de Información en Salud que demuestra que la mayor tasa de mortalidad por relámpagos en México ocurre entre los niños y jóvenes de entre 10 y 19 años de edad. Además, según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud, México se encuentra entre los países con el mayor número de víctimas mortales de rayos. El objetivo del presente proyecto es divulgar el peligro de los relámpagos y las medidas de protección durante tormentas eléctricas entre los niños de primaria en la República Mexicana. Se creó un folleto titulado "Amenaza del Cielo" que consiste en dos partes. En la primera parte se presentan las situaciones más peligrosas durante tormentas eléctricas a través de narrativa ilustrada ("comic"). En la segunda parte se sistematiza la información acerca de las medidas de protección y se presentan algunos datos sobre relámpagos en México. El folleto es acompañado por "Guía para maestros y padres" que tiene información adicional acerca de los procesos físicos relacionados con tormentas eléctricas y las propuestas de actividades en clase. El folleto se ha usado con éxito en las pláticas de divulgación de ciencia para niños,

en los eventos “Cinvesniñ@s” organizados por el CINVESTAV. El libro también fue aceptado para su publicación electrónica por la Dirección de Literatura de la UNAM. El siguiente paso del proyecto es promover la enseñanza de las medidas de protección durante tormentas eléctricas en todas las escuelas primarias del país.

SE18-5

PRACTICAS PROFESIONALES DE GEOFISICA EN LA UNAM, CINCO AÑOS DE EXPERIENCIAS Y RESULTADOS

Escobedo Zenil David¹, Cárdenas-Soto Martín¹, García Serrano Alejandro¹, Cifuentes Nava Gerardo², Sánchez-González Jesús¹, Esteves Robles Sandra¹, Aguirre Díaz Juan Pablo¹ y Cuellar Urbano Mayra¹

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
dezenil@unam.mx

En los últimos cinco años se ha implementado una práctica integral semestral para cumplir con el requisito de titulación de la carrera de ingeniería geofísica de la UNAM. En esta práctica se integran los métodos de prospección de eléctrica, sísmica, magnetometría y gravimetría. Además de cumplir con el requisito académico administrativo, el objetivo de la práctica es mostrar a los estudiantes los diferentes aspectos que implican los levantamientos geofísicos en campo, desde la planeación en la adquisición de los datos, el manejo de los instrumentos y equipos, hasta el procesamiento básico de los datos. En todo este camino que va de la programación de las prácticas hasta la entrega de informes de trabajo de los estudiantes, hay un proceso de aprendizaje, un recuento de logros y puntos a revisar para mejorar académicamente. En la selección de los lugares de trabajo y estudio se han involucrado diferentes intereses, desde atención a proyectos institucionales como CENAPRED, CFE, Instituto de Geofísica, Universidad Veracruzana, SEMARNAT, hasta invitaciones de proyectos de tesis doctorales o proyectos comunitarios. En suma, las prácticas profesionales han representado un espacio de aprendizaje, de investigación, de propuestas de solución a problemas de geotecnia, geofísica ambiental, hidrogeología y de reflexión sobre los alcances que debe tener este ejercicio académico.

SE18-6

DIVULGACIÓN DE LA GEOMICROBIOLOGÍA A TRAVÉS DEL VIDEO “BÚSQUEDA DE LA VIDA EN CONDICIONES EXTREMAS”

Hernández Zavala María Elizabeth, Ramos Leal José Alfredo, Alpuche Solís Ángel Gabriel, Morán Ramírez Janete, Rodríguez Robles Ulises, Fuentes Rivas Rosa María, Castillo Collazo Rosalba, Isordia Jasso María Isabel, Reyna López Catalina, Esparza Araiza Mayra Janeth y Patrón Soberano Olga Araceli
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
maria.hernandez@ipicyt.edu.mx

Desde hace millones de años, existen sitios extremos distribuidos en nuestro planeta Tierra, que han dado lugar a microorganismos conocidos como extremófilos. Se han ido adaptando desde temperaturas altas, presiones elevadas, altas concentraciones de sal hasta en ambientes ácidos y/o con radiación. En la antigüedad, el hombre pensaba era imposible algún ser tuviera vida ahí, pero con el descubrimiento del microscopio observo que tenían un tamaño microscópico. Hoy en día, su estudio ha tenido tal relevancia, por ello, los sitios extremos pueden considerarse laboratorios in situ porque se pueden estudiar su fisiología, adaptación y su entorno para entender el origen de su vida poderlo comparar con planetas que existen en nuestra galaxia. Por ello, este trabajo con el apoyo del video se describe la exploración de dos sitios extremos Villa Juárez, San Luis Potosí y Valle de Panguero, Guanajuato. Lugares donde hemos encontrado extremófilos, difíciles de trabajar pero con una gran diversidad microbiana. Para conocer las condiciones extremas de estos sitios se colectaron diferentes tipos de muestras de agua y sedimento para análisis químico y biológico. Por medio de la microbiología tradicional (clásica), podemos conocer nutrientes, condiciones de crecimiento, micromorfología y macromorfología. Debido a que es difícil la reproducción en el laboratorio de microorganismos provenientes de ambientes extremos. Así mismo, la biología tradicional tiene limitantes en la diversidad de microorganismos, por lo que con el apoyo de técnicas de biología molecular en los laboratorios del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, es posible determinar una mayor cantidad de géneros y especies. Cada sitio extremo tiene características únicas que da origen a microorganismos únicos que deben ser estudiados para contestar algunas preguntas de la evolución de nuestro planeta desde hace millones de años y para su aprovechamiento en la biotecnológica. En este video se muestra como los trabajos multidisciplinarios contribuyen con diferentes perspectivas en este tipo de investigaciones complejas.

SE18-7

ESTUDIO DE GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA EN UNA ZONA DE INTERÉS ARQUEOLÓGICO, UN EJEMPLO DEL ALCANCE DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO DE LA ASIGNATURA DE PROSPECCIÓN GRAVIMÉTRICA Y MAGNETOMÉTRICA.

García Serrano Alejandro¹, Sánchez-González Jesús¹, Ogando Cerdeira Aurora¹ y Argote Espino Denisse²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH
alejandrogarcia09@hotmail.com

Actualmente el desarrollo de una práctica de campo para la carrera de Ingeniería geofísica conlleva muchos problemas. En particular, uno de los principales problemas es la selección del lugar de estudio, debido al incremento de la inseguridad, falta de permisos y una nula relación con los dueños de los predios, por tal motivo se debe de generar o fortalecer la vinculación con instituciones académicas y/o gubernamentales. La zona de Teteles de Ocotitla que comprende varias terrazas sobre la pendiente de una serranía del municipio de Altzayanaca, fue un sitio con gran influencia teotihuacana, el cual sirvió para la realización de la práctica estudiantil de la carrera de Ingeniería geofísica, que tienen por objetivo el desarrollo de habilidades en el manejo de equipo e instrumentos, así como las correcciones básicas y procesamiento de los datos que se obtienen al realizar una prospección, en este caso la de la asignatura de prospección gravimétrica y magnetométrica. La realización de esta práctica de campo fue posible debido a la relación entre la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el INAH, en donde el Instituto proporcionó el sitio de interés donde requieren la información geofísica que otorgan los resultados de los levantamientos de magnetometría y gravimetría para poder continuar con las excavaciones con menor grado de incertidumbre, teniendo en cuenta que estos datos son adquiridos por estudiantes en una labor cien por ciento académica y de docencia por parte de la facultad de Ingeniería. Este tipo de actividades conjuntas permiten que las prácticas de campo impartidas en las materias de Prospección de la carrera de ingeniería geofísica brinden al estudiante una visión del ambiente interdisciplinario y laboral que está presente en la vida profesional del geofísico.

SE18-8

SEXTA OLIMPIADA EN CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA FACIMAR DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA.

Gaviño Rodríguez Juan Heberto¹, Mimbela López Juan², Reyes Herrera Ezequiel Alejandro³, Galicia Pérez Marco Antonio¹ y Torres-Orozco Ernesto²

¹CEUNIVO, Universidad de Colima

²FACIMAR, UCOL

³Instituto de Biología, UNAM
jgavinho@gmail.com

En esta sexta edición de la Olimpiada en Ciencias de la Tierra en la Facultad de Ciencias Marinas (FACIMAR), se contó nuevamente con el apoyo de la Unión Geofísica Mexicana para el desarrollo de los reactivos y el otorgamiento de premios como en otras ocasiones. La finalidad de esta actividad ha sido el fomentar el interés de la comunidad estudiantil en el estado de Colima en temas relacionados con las Ciencias de la Tierra, y también incrementar la matrícula en las carreras de oceanología e ingeniería oceánica que se imparten en la institución. Se invitó al alumnado de los 32 Bachilleratos de la Universidad de Colima y a todas las instituciones de educación media superior del estado de Colima. Se inscribieron por medio de Internet 150 alumnos de las diversas instituciones, de los cuales solo 89 presentaron el examen debido a condiciones climatológicas adversas el día del evento. La prueba consistió en 110 reactivos de opción múltiple como en otras ocasiones, estos fueron seleccionados de un compendio de preguntas extraídas de los exámenes que viene realizando el CICESE desde 1998, toda la información se colocó a disposición en el portal web de la FACIMAR para su descarga. El promedio de aciertos fue de 43 lo cual es semejante a lo observado en 2012 y 2013 cuando se registraron promedios de 47 y 49 respectivamente; la moda se ubico en 42, el mayor puntaje alcanzado fue de 74, el cual es inferior a la prueba pasada (86 aciertos) y el mínimo de 27. A diferencia de los años anteriores, los máximos puntajes no muestran una tendencia temporal como ha ocurrido en otras ocasiones, donde se apreciaban los altos puntajes asociados a menor tiempo, esto se refleja en el bajo índice de correlación (-0.34) entre el puntaje obtenido y el tiempo de termino. El tiempo promedio requerido para resolver la prueba fue de 86 minutos con un tiempo mínimo de 51 min y máximo de 120 min, estos valores indican los alumnos emplearon un mayor tiempo en relación a las olimpiadas anteriores. Las instituciones más participativas fueron los Bachilleratos #5 y #30 de la Universidad de Colima en esta ocasión; los primeros lugares continúan siendo obtenidos por el Bachillerato #4.

SE18-9 CARTEL

CONMEMORACIÓN DEL SISMO DE 1985 EN EL BOLETÍN GEONOTICIAS

Martínez Gómez Jesus Daniel, Cárdenas Monroy Caridad y Alinne Solano Hernández Ericka
Instituto de Geofísica, UNAM
 boletin@geofisica.unam.mx

Con el propósito de sensibilizar a los lectores sobre el fenómeno natural de los sismos, y conscientes de que la prevención y el conocimiento sobre este fenómeno ayudan a reducir los riesgos, surge el proyecto de realizar un número especial que aborde el tema del sismo de 1985 en la publicación del Instituto de Geofísica: Geonoticias. El proyecto surge como una propuesta para el trabajo final del módulo ¿Cómo se hace una publicación de divulgación científica? correspondiente al Diplomado en Divulgación de Ciencia que actualmente imparte la DGDC-UNAM. A partir de la proximidad del 29 aniversario del sismo de 1985, se planeó y realizó un número conmemorativo en el que se consideraron no sólo conceptos científicos, sino vivencias y entrevistas a quienes estudian este fenómeno. Al plantear la idea de divulgar el tema a través de Geonoticias, un medio de comunicación ya establecido, no fue necesario pensar en el nombre de la revista, presupuesto, costo, diseño de la revista, preparación para la prensa, elaboración de negativos, quemado de placas, tipo de papel, ni en la distribución. El trabajo se concentró en planear los contenidos para su redacción, así como en la elaboración de ilustraciones e imágenes para apoyar cada una de las notas. Fue necesario tener conocimiento de la estructura de Geonoticias para adecuar el proyecto a la publicación. Las secciones fueron pensadas para un público interesado en el tema y con algunos conocimientos del mismo. La realización de este número fue hecha por un equipo interdisciplinario en especialidades como la biología, el periodismo, la educación, la geología, la geofísica y el diseño editorial, esto enriqueció el enfoque y los resultados de la propuesta. El planteamiento de conceptos científicos fue estudiado por algunos de los participantes, debido a que eran ajenos a su formación. Entre los colaboradores había conceptos mal entendidos o aprendidos. De ahí que se reformularon varios de ellos para dar claridad a los mismos. Durante la elaboración del número especial de Geonoticias quedó de manifiesto que la aplicación de las enseñanzas recibidas en el módulo correspondiente al Diplomado en Divulgación de la Ciencia fue fundamental. Entre éstas enseñanzas se pueden destacar: la redacción y corrección de artículos: longitud, enfoque, conceptualización; el buen planteamiento de nombres para las secciones, mismas que tienen que ser descriptivas y atractivas; las ventajas de las revisiones por externos; tener en cuenta los tiempos de la publicación para evitar retrasos, y la programación de entrevistas con anticipación, previendo cancelaciones o contratiempos. Con base en esta experiencia ofreceremos algunas sugerencias que pretendemos sean útiles para quienes afronten proyectos de esta naturaleza. Palabras Clave: Sismo de 1985, sensibilización, divulgación, interdisciplinario.

SE18-10 CARTEL

¿CÓMO ME PUEDO PREPARAR ANTE UN TSUNAMI?

Ortiz Huerta Laura Gabriela¹ y Ortiz Modesto²
¹Consultora en sismología aplicada a la ingeniería estructural
²CICESE
 laurisgabriels@gmail.com

Con la finalidad de que la población sepa qué es un tsunami, cómo se produce, cuáles son los lugares vulnerables y cuáles los lugares seguros, en este trabajo se presenta el material de divulgación: "¿Cómo me puedo preparar ante un Tsunami?". Este material y su correspondiente "Guía del Maestro", describe con ilustraciones qué son los tsunamis y qué debemos hacer en caso de que se presente uno. El material está orientado a la problemática muy particular de la costa occidental de México, desde Jalisco hasta Chiapas. El problema en esta región es que hay escasos minutos entre el sismo y el tsunami y no hay tiempo suficiente para alertar a la población en caso de que se produzca un tsunami.

SE18-11 CARTEL

EMBATES MARINOS SEVEROS EN LA HISTORIA DE MÉXICO (S. XVIII – XX)

Reyes Hernández Francisco
 Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN
 nezatlense@live.com.mx

Las antiguas civilizaciones ignoraron la extensión y los límites del mar durante milenios, lo cual permitió establecer ideas confusas que se vieron reflejadas en historias de peligro y de desgracia. La navegación marítima tuvo un papel trascendente en las distintas poblaciones, el intercambio de mercancías fortaleció el desarrollo de los Fenicios, los Cartagineses y los Griegos (quienes además comenzaban a develar los secretos que el mar escondía). En tiempos de los Romanos se documentó el surgimiento de las islas volcánicas y ello permitió retomar la idea que la superficie del planeta se puede modificar por movimientos telúricos o por erupciones volcánicas. Durante el siglo IX, los árabes lograron navegar en el Océano Índico e introdujeron un novedoso instrumento chino en sus actividades marítimas, la brújula. Para el Siglo XV las aguas del Atlántico actuaron como el puente que le permitió a Cristóbal Colón enlazar Europa con América, dos

continentes que se encontraban a un océano de distancia. Un siglo después los europeos comenzaron a construir astilleros y puertos marítimos en varias costas del continente Americano, estableciéndose las rutas comerciales a través del Océano Pacífico y del Atlántico, siendo la circunnavegación de Magallanes-Elcano la travesía que logró corroborar la esfericidad de la Tierra. En Mesoamérica se ha logrado confirmar la navegación marítima entre los Mayas (previo a la conquista española), quienes lograron establecer rutas mercantiles desde Veracruz hasta Honduras. Con el transcurso de los siglos y a favor de las actividades económicas los litorales marinos de México se fueron poblando, inclusive las invasiones marinas severas que lograron lesionar personas y lamentablemente a otras más les ocasionaron la muerte por ahogamiento se comenzaron a documentar. En este trabajo se mencionan: Los efectos del gran sismo del siglo XVIII en la Nueva España, el tsunami de Zihuatanejo de 1925, el mito de "la Ola Verde" de Cuyutlán y el día que el huracán Janet arrasó Chetumal. Si reconocemos que en pleno siglo XXI el turismo en las playas de México resulta muy atractivo para los vacacionistas locales y extranjeros, la aglomeración de personas y una hipotética invasión marina serían una combinación peligrosa. Si bien la educación y la cultura de la prevención pueden salvar vidas, el desconocimiento de los riesgos costeros puede ocasionar trágicos desenlaces.

Sesión Especial

Oceanografía costera

Organizadores:

Christian M. Appendini
Cecilia Enriquez Ortiz
Ismael Mariño Tapia
Roberto Padilla Hernández

SE20-1

ESCALAS DE VARIABILIDAD DE CLOROFILA SATELITAL FRENTE A LAS COSTAS DE NAYARITESCALAS DE VARIABILIDAD DE CLOROFILA SATELITAL FRENTE A LAS COSTAS DE NAYARIT

Cepeda Morales Jushiro, Bojorquez Iran, Romero Bañuelos Carlos, Inda Díaz Emilio A., Hernández Almeida Oscar y Hernández Vásquez Francisco
Universidad Autónoma de Nayarit, UAN
 jushirocm@gmail.com

Los eventos del El Niño/La Niña, son de los procesos más importantes en la variabilidad de los ecosistemas marinos en escalas interanuales. Para el Pacífico Oriental frente a México, diversos estudios indican que bajo condiciones cálidas relacionadas con eventos de El Niño, la biomasa del fitoplancton presenta anomalías negativas, lo que tiene fuertes repercusiones sobre la productividad de los ecosistemas. Basado en información derivada de sensores remotos de clorofila (1997-2014) y temperatura superficial de mar (TSM) se analizan las principales escalas de variabilidad de la biomasa del fitoplancton estimada como concentración de clorofila en la región de la entrada del Golfo de California frente a la costa de Jalisco y Nayarit. La región de estudio se caracteriza por ser una zona de transición oceanográfica con complejas características dinámicas. En el valor promedio de largo periodo para clorofila presenta altos valores en la clorofila (2 a 5 mg/m³) en la región costera frente a Nayarit, la cual se extiende mar adentro hasta las inmediaciones de las Islas Mariás. La plataforma continental de esta región presenta mayor extensión respecto a sus inmediaciones y se caracteriza por una alta productividad de recursos pesqueros, además de la presencia de importantes ríos. La variabilidad de la concentración de clorofila dentro de la escala estacional presenta un incremento de enero a mayo, con un máximo de clorofila (~2 mg m⁻³) durante junio. Abruptamente cae durante julio y se incrementa en la región más costera durante agosto y septiembre. Dentro de la misma escala, la TSM presenta tres condiciones, durante enero hasta abril se observan bajas temperaturas relativas (~25 °C), máximos valores durante julio a octubre (~32 °C) y condiciones intermedias para los otros meses. Durante eventos interanuales, las condiciones de ENSO generaron anomalías positivas en la TSM. A pesar del descenso en la concentración de clorofila (anomalías negativas) la región frente a Nayarit mantiene valores elevados de CHLO (~1 mg m⁻³). Esta alta productividad biológica suponemos tiene relación con la interacción con el continente a través de las variaciones interanuales en las descargas ríos que son importantes en la región y favorecen a la producción biológica de la región.

SE20-2

DINÁMICA DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y DE ZOOPLANKTON EN LA SURGENCIA DE CABO CATOCHE A TRAVÉS DE MEDICIONES IN SITU Y SENSORES ACÚSTICOS

Sánchez Suleyma¹, Mariño Tapia Ismael² y Reyes Oscar²
¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Unidad Mérida
²CINVESTAV, Mérida
 suly.sanz.24@gmail.com

Al noroeste de la Península de Yucatán, frente a las costas de Cabo Catoche, Quintana Roo, México, se desarrolla un fenómeno oceanográfico estacional denominado surgencia. Debido a los aportes de nutrientes provenientes de este proceso, la producción primaria tiene un incremento notorio, y con ello se beneficia toda la cadena trófica, incluso debido a este fenómeno se produce una de las agregaciones más importantes a nivel mundial del tiburón ballena (*Rhincodon typus*). El conocimiento de la magnitud, temporalidad y comportamiento de esta surgencia es importante debido principalmente a sus repercusiones en las actividades pesqueras, turísticas y servicios ecosistémicos. En el presente trabajo, se describe la evolución de un pulso de surgencia producido en la región costera de Cabo Catoche, y su efecto en la producción primaria y densidad de zooplankton durante un monitoreo intensivo de 12 días consecutivos. A lo largo de esta campaña, se logró registrar la masa de agua de surgencia, utilizando un perfilador CTD (SBE19 plus), identificando la isoterma de 22.5°C y la isohalina de 36.8. Paralelamente se registraron, dentro de la masa de agua de surgencia, altas concentraciones de nutrientes (amonio y nitrato principalmente) y clorofila-a (5.5 mg/m³), a través de tomas in situ de agua. Adicionalmente se encontró también en las muestras un incremento en la biomasa zooplanctónica (232, 783.96 org/m³), donde los copépodos fueron el grupo dominante, seguidos de las apendicularias, lamelibranchios y finalmente huevos de pez. Por otro lado, utilizando un perfilador acústico de corrientes (AWAC), se lograron identificar migraciones verticales de zooplankton después de haberse incrementado la producción primaria y desaparecido la masa de agua de surgencia. Para la validación en estas observaciones, se compararon las frecuencias registradas con las muestras in situ de biomasa de zooplankton.

SE20-3

MECANISMOS GENERADORES Y CONTROLADORES DE UNA SURGENCIA DINÁMICA COSTERA.

Enríquez Cecilia¹ y Mariño Tapia Ismael²
¹Facultad de Ciencias, Unidad Académica Sisal, UNAM
²CINVESTAV, Mérida
 cenriqz@ciencias.unam.mx

Las surgencias costeras son fuentes importantes de nutrientes provenientes de mar profundo que por distintos forzamientos se elevan hacia la superficie, donde frecuentemente hay escasez de nutrientes y consecuentemente baja productividad. Ante un evento de surgencia, la repentina abundancia genera zonas altamente productivas a todos los niveles tróficos. En la zona costera de Cabo Catoche, al noreste de la península de Yucatán, ocurren eventos de surgencia durante la primavera y el verano. Estos eventos promueven pesquerías importantes, son los responsables de la presencia de tiburón ballena y mantas gigantes, pero al mismo tiempo ocasionan crecimientos de microalgas que pueden desarrollarse y generar florecimientos algales nocivos y mareas rojas. Para prevenir los efectos, benéficos o dañinos, que resultan de las surgencias, es necesario entender en su totalidad la naturaleza del proceso. En este sitio, aparentemente no hay una sola fuerza generadora de la surgencia, sino una combinación de forzamientos que no siempre pueden diferenciarse claramente. La surgencia fue inicialmente identificada en 1966 por Cochran y estudios subsiguientes atribuyen la surgencia a la fricción entre la Corriente de Yucatán y el borde continental. Mediciones recientes en el sitio de la surgencia muestran que otros procesos intervienen de manera importante en el proceso, particularmente el viento. En este estudio se presenta la importancia relativa de los distintos forzamientos que generan y controlan el proceso de surgencia en Cabo Catoche, Yucatán. La contribución de las distintas fuerzas se obtienen de la combinación de estudios de modelación numérica y de forma analítica mediante el escalamiento de los distintos términos forzantes en la ecuación de Navier-Stokes. Estudios preliminares de modelación numérica, muestran que el viento tiene un efecto importante: durante eventos intensos del sureste, se promueve el fenómeno de surgencia que resulta del transporte de Ekman hacia afuera de la costa que se suma a la fuerza inducida por la Corriente de Yucatán, que dependiendo de su intensidad y cercanía con el margen continental genera distintos grados de fricción con el continente. Por otro lado, vientos del norte, pueden reducir e incluso suprimir el proceso de surgencia.

SE20-4

PRESENCIA DE FLUJOS PROFUNDOS DE AGUA FRÍA EN LAS BAHÍAS DE MANZANILLO Y SANTIAGO, COL. MÉXICO

Torres-Orozco Ernesto¹, Soltero-Delgado Diana¹, Galicia Pérez Marco Antonio² y Verdusco-Zapata Manuel Gerardo¹
¹Facultad de Ciencias Marinas, UCOL
²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
 etorres@ucol.mx

El área de estudio se localiza en la porción central del Pacífico mexicano, en las costas del Estado de Colima. Está conformada por dos bahías (Santiago y Manzanillo), con profundidades menores a 70 metros. La bahía de Santiago es de menor dimensión y más somera que la de Manzanillo. En esta última se llevan a cabo actividades portuarias y turísticas. En cambio en la de Santiago solo actividades recreativas. Con el propósito de estudiar la presencia de flujos profundos de agua fría en el interior de las bahías de Manzanillo, se llevaron a cabo mediciones de Conductividad, Profundidad y Temperatura mediante un CTD marca Sea Bird modelo 19-PLUS, durante el periodo 2009-2010. El procesamiento de datos se realizó con utilerías proporcionadas por el fabricante y con programas en Matlab. Los resultados muestran que las bahías presentan dos patrones hidrográficos. Uno ocurre en invierno-primavera y el otro en verano-otoño. La termoclina, presente en el primer patrón, está delimitada por las isotermas de 18 °C y 22 °C, a diferencia del segundo patrón que presenta condiciones más homogéneas. Durante invierno y parte de la primavera destaca la presencia de agua fría que se desplaza sobre el fondo marino, la cual ingresa por la bahía de Santiago y su distribución está restringida por la batimetría en el área de estudio. La presencia de esta agua fría coincide con el desarrollo de surgencias costeras observadas en las costas de Jalisco. También se observó que el 2009 presentó condiciones más cálidas respecto al 2010.

SE20-5

ESTRATIFICACIÓN Y MEZCLA ASOCIADA A APORTES SUBMARINOS DEL ACUÍFERO

Gallegos Diez Barroso Gabriel y Mariño Tapia Ismael
 Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN
 malhaya@gmail.com

Las zonas costeras son un medio ambiente en donde confluyen fenómenos atmosféricos, marinos y terrestres, lo que los hace ambientes muy dinámicos, donde además la influencia de actividades antrópicas es cada vez más evidente. Estudiar los procesos de mezcla y estratificación en cuerpos costeros es importante

debido al impacto que tienen en la distribución de nutrientes, larvas de peces, transporte de sedimentos, contaminantes etc. Esto es especialmente importante en regiones donde los aportes submarinos del acuífero representan la principal vía de agua continental al mar. La laguna arrecifal de Puerto Morelos, ubicada a 30km al sur de Cancún, es un cuerpo de agua semicerrado por una barrera de coral sumergida, el cual se ha visto sujeto a una actividad turística creciente. En la laguna se sabe que existen aportes de agua continental subterránea, en forma de ojos de agua submarina. La dinámica de estos aportes son controlados por un gradiente de presión entre el nivel piezométrico y el nivel del mar. Al tener una salinidad y temperatura diferentes a las del medio marino la estructura de la columna de agua se vuelve inestable debido a la naturaleza boyante del agua proveniente del acuífero, menos densa. Estos aportes además de tener diferentes condiciones termohalinas arrastran consigo nutrientes y contaminantes desde tierra adentro que se dispersan dentro del cuerpo costero. Debido a que la mezcla de estos componentes estará gobernada por procesos turbulentos, el presente trabajo estudia a través de mediciones de campo, la evolución temporal y gradientes verticales de la turbulencia, velocidad, nivel del mar, temperatura, conductividad, y oxígeno disuelto, así como la distribución espacial de la evolución de la pluma producto de los procesos de mezcla utilizando mediciones de temperatura, conductividad, velocidades y nitrógeno a través de un instrumento óptico que permite tomar datos in situ de variables químicas (SUNA) de continuo en una embarcación. Este estudio permitirá evaluar la difusividad del sistema, su capacidad para dispersar materiales y el papel de los ojos de agua como aportes de sustancias provenientes del continente.

SE20-6

VÍNCULOS ENTRE LA HIDRODINÁMICA DE LAGUNAS ARRECIFALES, LA DEGRADACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL Y LAS DESCARGAS SUBMARINAS DEL ACUÍFERO.

Mariño Tapia Ismael¹, Enríquez Cecilia², Franklin Gemma¹ y Escalante Mancera Edgar³

¹CINVESTAV, Mérida

²Facultad de Ciencias, Unidad Académica Sisal, UNAM

³ICMyL, UNAM

imarino@mda.cinvestav.mx

La alta complejidad topográfica característica de las colonias de coral ecológicamente sanas, tiene importantes efectos en la hidrodinámica de estos ambientes, especialmente aquellos vinculados con arrecifes de borde, donde la profundidad disminuye drásticamente. La incrementada rugosidad arrecifal es capaz de disipar más eficientemente la energía del oleaje, lo que protege playas; e incrementa la sobreelevación del nivel del mar por oleaje (set up), lo que genera una circulación más activa en la laguna arrecifal. Por otro lado, ya se sabe que los ecosistemas arrecifales están sufriendo un cambio de fase, transformándose de un ecosistema dominado por corales a uno dominado por macroalgas, lo que genera una pérdida de la complejidad topográfica. Esta pérdida en la rugosidad arrecifal repercute en menor disipación de oleaje (menor protección a playas), y una sobreelevación de oleaje disminuida (circulación menos activa). Este trabajo evalúa la complejidad arrecifal en la laguna de Puerto Morelos, utilizando mediciones batimétricas de alta resolución; lo que se logra filtrando los efectos del oleaje rompiente con un GPS diferencial. Se incluyen imágenes de video para la caracterización de hábitats bentónicos que generan esta complejidad topográfica. Mediciones in situ de conductividad realizadas en la cresta arrecifal, vinculan las descargas submarinas del acuífero (DSA) a la extensiva presencia de macroalgas, sugiriendo que las DSA pueden ser un importante componente en el cambio de fase y en la pérdida de complejidad del arrecife. Las DSAs son muy comunes en la región y se caracterizan por ser una importante fuente de nutrientes y contaminantes provenientes de efluentes de tierra sin el apropiado tratamiento. El comportamiento de esta entrada de agua salobre al sistema y su dispersión en la laguna arrecifal se investiga utilizando un modelo numérico 3D, y mediciones in situ. El modelo sugiere que la componente termohalina contribuye considerablemente a la circulación de la laguna arrecifal, y las plumas provenientes de las DSA en la cresta arrecifal se propagan hacia la laguna, encima de las comunidades de coral.

SE20-7

THE WATER EXCHANGE BETWEEN CHINCHORRO BANK AND ITS SURROUNDINGS

Candela Julio¹, Ochoa José Luis¹, Sheinbaum Julio¹, López Mariscal Manuel¹, Coronado Cesar² y Bravo Erick³

¹CICESE

²ICMyL, UNAM

jcandela@cicese.mx

Two years of continuous measurements of the subsurface pressure field inside and around Chinchorro Bank, along with currents and waves observed outside, suggest four major processes governing the water exchange of the Bank with its surroundings: 1) surface wave pumping of water into the Bank through its eastern edge, 2) the large scale circulation in the region that drives the sea level changes through geostrophy, 3) the tidal pumping with imposed cyclic flows into and out of the Bank and 4) the imposed drift by the wind. The Bank's region is characterized by the persistent presence of the Trade Winds, besides winter Storms ("Nortes") and the common passage of hurricanes in the summer and fall. Winds, therefore, are clearly

an important forcing factor in the Bank's exchange, not only for being responsible for generating the surface waves impinging on the Bank, as mentioned below, but also for setting up a wind drift within which can be of some importance. The direct wind forced circulation within the Bank is presently the subject of an intense research effort, but it is not part of this presentation. Waves impinging all along the eastern barrier reef induce water inflows (from overtopping the reef) and generate a pressure gradient that drives a drift from east to west throughout the Bank. This western drift can normally replenish the water over the Bank with a time scale of ~10 days. However, extreme wave events, lasting around 24 hours, can replenish the whole Bank's water in the order of day. The region's large scale circulation is dominated by the zonal Cayman Current impinging on the Yucatan Peninsula becoming the Yucatan Current as it turns northward. Variability in the strength and impacting latitude of this current causes sea level gradients within the Bank, i.e., a Yucatan Current increase of 1 m/s, over a period of a couple of weeks, sets up a zonal sea level gradient within that can replenish the whole Bank's water in a time scale of ~14 days. At such times, the large scale current around the Bank is at a maximum thus ensuring an effective removal and dispersal of the exported waters. The Bank has a micro-tidal regime with a semidiurnal amplitude of ~12cm during spring tides and a diurnal of ~2cm, these imply that the Bank is exchanging ~3% of its waters with its surroundings during a tidal cycle. However small, this tidal pumping is effective for the ventilation of the Banks' waters in ~30 days due to the large scale circulation around the Bank that ensures a real exchange with renewed waters.

SE20-8

VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA CIRCULACIÓN EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Zavala-Hidalgo Jorge, Allende-Arandia Ma. Eugenia, Mateos-Jasso Adriana y Romero-Centeno Rosario
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jzavala@atmosfera.unam.mx

Para caracterizar las corrientes en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) y su variabilidad espacial y temporal, se analizan mediciones de seis años (2007-2012) de perfiles de corriente medidos en la zona norte del SAV. Para complementar el estudio se analizan vientos de dos modelos numéricos y corrientes de un modelo de circulación oceánica. La variabilidad temporal de las corrientes está dominada por eventos con una duración de 2 a 10 días asociados con las condiciones atmosféricas sinópticas, mediante el forzamiento por la componente del esfuerzo a lo largo de la costa sobre la plataforma de Tamaulipas-Veracruz. Durante el otoño-invierno, episodios de corrientes intensas hacia el sureste prevalecen, alcanzando más de 1.0 m/s, y están asociados con la intrusión de sistemas frontales en el Golfo de México. Sin embargo, también se observan episodios de corrientes intensas hacia el sureste en primavera-verano, forzadas por los vientos de las tormentas tropicales. Entre mayo y agosto, corrientes débiles hacia el noroeste son más frecuentes, con velocidades cuya magnitud es menor a 0.4 m/s. La ocurrencia anual de corrientes hacia el sureste (noroeste) fue de entre 45% y 60% (40-55%) del tiempo, con un promedio de 55% (45%). Se encontró que hay una pequeña contribución a las corrientes perpendiculares a la costa en la frecuencia diurna y que las corrientes de marea son un orden de magnitud más débiles que las forzadas por el viento.

SE20-9

INTERACCIÓN ENTRE LA CIRCULACIÓN DE PLATAFORMA CONTINENTAL Y LA CIRCULACIÓN LITORAL EN EL CARIBE MEXICANO BAJO DIFERENTES REGÍMENES CLIMATOLÓGICOS

Miret Daniel¹, Mariño Tapia Ismael¹ y Enríquez Cecilia²

¹CINVESTAV, Mérida

²UNAM, UMDI Sisal

miret.dani@gmail.com

El presente trabajo se engloba dentro del proyecto doctoral "Morfodinámica y transporte de sedimentos bajo condiciones de huracán en playas expuestas y protegidas por arrecifes de coral". Se realiza un estudio comparativo de la interacción entre la circulación costera a pequeña escala (zona de rompiente) con la circulación en plataforma continental a más amplia escala, en dos playas sujetas a condiciones de oleaje costafuera muy similares: Cancún, una playa expuesta y Puerto Morelos, cuya playa está protegida por un arrecife de borde. La comparación entre estos dos sistemas es relevante pues la playa expuesta, durante el paso del Huracán Wilma quedó casi totalmente desprovista de arena. Sorprendentemente, la playa de Puerto Morelos, a tan solo treinta kilómetros de distancia de la anterior y sujeta a las mismas condiciones atmosféricas, ganó una considerable cantidad de arena durante ese fenómeno. Se piensa que la dinámica del oleaje rompiente exportó una considerable cantidad de arena de la playa de Cancún, poniéndola disponible a las intensas corrientes de plataforma generadas por Wilma, las cuales fluían hacia Puerto Morelos. Por otro lado, la dinámica del oleaje rompiente en el arrecife permitió introducir arena en la laguna arrecifal, haciendo crecer la playa. Este trabajo se enfoca solamente en el capítulo correspondiente a la circulación. Con la ayuda de los modelos SWAN (oleaje) y ROMS (circulación), se muestran los patrones de circulación más comunes a diferentes escalas en ambas localidades,

bajo condiciones climatológicas típicas de la zona y bajo condiciones de huracán extremo. Se vinculan los efectos de procesos de pequeña escala (zona de surf), con las corrientes de amplia escala, las cuales parecen controlar buena parte de la dinámica sedimentaria bajo condiciones de tormenta.

SE20-10

HIDRODINÁMICA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA: EFECTO DEL VIENTO

Juárez Araiza Braulio¹, Gómez Valdés José¹ y Valle Levinson Arnoldo²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Universidad de Florida, USA

bjuarez@cicese.edu.mx

El Estero de Punta Banda es un estuario inverso situado a 31o 51' de latitud norte y 116o 38' de longitud oeste, en la costa oeste de Baja California, México, en el extremo sur de la Bahía de Todos Santos, y a 13 km de distancia de Ensenada. Su hidrodinámica se ha estudiado poco, la mayoría de los estudios son sobre flujos producidos por la marea. De igual forma, el conocimiento sobre el efecto de los vientos en un estuario inverso es escaso. En el caso particular del área de estudio resulta interesante analizar el efecto de los vientos favorables a surgencias en los movimientos del agua del estero, así como la interacción entre diferentes forzantes. En abril del 2014 inició una campaña de observaciones en el Estero de Punta Banda con el objetivo de entender mejor la hidrodinámica de este cuerpo de agua. Al inicio de la campaña se colocaron dos sensores de presión, uno en la boca y el otro en cabeza del estero para monitorear los cambios verticales de la superficie del agua. Asimismo en la periferia de la Bahía de Todos Santos operan desde hace tiempo varias estaciones meteorológicas. En mayo del mismo año se llevó a cabo un estudio intensivo de corrientes e hidrografía. En este trabajo presentamos avances del estudio sobre el efecto del viento en la circulación de las aguas del estero.

SE20-11

INFLUENCIA DE LOS FORZAMIENTOS REMOTOS Y LOCALES EN LA DINÁMICA BAROTRÓPICA DE UNA LAGUNA COSTERA ALARGADA: CELESTÚN, MEXICO

Casares Salazar Rafael y Mariño Tapia Ismael

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN
rachmer@yahoo.com

El objetivo principal de este estudio es investigar la influencia de las fluctuaciones de baja frecuencia del nivel del mar, las mareas astronómicas y el viento local en los niveles de agua y velocidades de flujo de una laguna costera alargada y somera. Las mediciones de campo muestran un incremento submareal del nivel del agua, con un período de 21.33 días, en todas las estaciones de monitoreo dentro de la laguna. Estas oscilaciones de baja frecuencia se propagan desde el mar hacia la cabeza del sistema con muy poca atenuación (~17%), por lo que se consideran forzamientos remotos. En cambio, la señal de marea astronómica se atenúa alrededor de un 85%, y presenta un tiempo de retraso de 7.75 hrs desde la boca hasta la cabeza, indicando una propagación barotrópica dominada por fricción. Adicionalmente, las mediciones de campo sirvieron para implementar, calibrar y validar un modelo numérico barotrópico en 2D (promediado en la profundidad) con el que se investigaron los forzamientos responsables de la sobre elevación submareal observada. Con la finalidad de comparar la influencia de los vientos locales, mareas astronómicas y el forzamiento remoto, se realizaron experimentos numéricos forzados con: i) vientos locales solamente, ii) mareas astronómicas, iii) mareas astronómicas más viento local, iv) nivel del mar medido (que incluye las mareas astronómicas y los forzamientos remotos) y v) nivel del mar medido más viento local. Los experimentos numéricos sugieren que los vientos locales incrementan el nivel del agua en la cabeza de la laguna a lo más 4 cm (36.36% del rango de marea astronómica medida en la cabeza), lo cual está dentro del error cuadrático medio de las simulaciones numéricas, en tanto que los efectos remotos pueden contribuir con cerca de 27.3 cm (248%). Para este modelo 2D, el efecto de los vientos locales y del forzamiento remoto no es notorio en las velocidades y caudales. Sin embargo, al calcular los volúmenes acumulados de agua que pasan a través de secciones transversales (e.g. en la boca) a través del tiempo, el efecto del incremento de baja frecuencia del nivel del mar es evidente. Esto implica que el intercambio de agua con el océano costero está dominado por las fluctuaciones de baja frecuencia de origen remoto, lo cual tiene importantes implicaciones en los tiempos de recambio y en la renovación del agua de la laguna.

SE20-12

EVALUACIÓN DEL PELIGRO A LA INUNDACIÓN INDUCIDA POR NORTES EN EL POBLADO DE PROGRESO, YUCATÁN, MÉXICO.

Rey Sanchez Wilmer, Salles Paulo, Mendoza Ponce E. Tonatiuh y Ruíz Salcines Pablo

LIPC, Instituto de Ingeniería, UNAM
w.reysanchez@gmail.com

La Península de Yucatán es afectada por frentes fríos llamados localmente "Nortes", son fenómenos hidrometeorológicos de alta presión que propagan masas de aire frío de norte a sur. Estos eventos presentan una alta frecuencia (aprox. 40/año durante otoño e invierno) y generan marea de tormenta, que de coincidir con una marea alta en marea viva pueden llegar a generar inundaciones considerables en la costa baja característica de las playas de Yucatán. Debido a la escasez de series largas de marea a lo largo de la costa de Yucatán así como el ánimo de evaluar el peligro a la marea total (astronómica mas la de tormenta) durante eventos de tormenta, se implementó un reanálisis de 30 años (1979-2008) de sobre elevación del nivel del mar. Se usó el modelo hidrodinámico bidimensional con promedio en la vertical Mike 21; la malla es flexible no estructurada y cubre toda la plataforma de Yucatán. La batimetría fue extraída de la ETOPO 1 y complementada con perfiles de batimetría con una resolución de 10 km a lo largo de la costa. El modelo fue forzado con marea astronómica extraída del modelo global de marea, campos de viento y de presión de la base de datos Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) y corrientes promedio a lo largo del canal de Yucatán. El modelo fue calibrado y validado con datos de mareógrafos localizados en los puertos de Telchac, Progreso y Sisal (Yucatán). Dado que las bases de datos subestiman la magnitud de los vientos durante el paso de ciclones tropicales (Swail y Cox, 2000), el nivel del mar generado por el modelo durante estos eventos se encontró que también es subestimado. Sin embargo, durante los Nortes es reproducido satisfactoriamente. Con base en el contenido energético del oleaje (Mendoza y Jiménez, 2009) se identificaron 200 eventos extremos de tormenta en el reanálisis de oleaje de Appendini et.al (2012), 183 de ellos fueron generados por Nortes. La máxima sobre elevación del mar (1.2m) inducida por un Norte se presentó en el año 2004 (coincidió con una marea alta durante una marea viva). Teniendo en cuenta que la máxima altitud en la localidad de Puerto Progreso es de 2.10m sobre el nivel medio del mar, eventos como estos pueden llegar a afectar considerablemente a poblados de la costa yucateca. Debido a la alta ocurrencia de los Nortes se realizó un análisis extremal de marea con los resultados del modelo hidrodinámico para el puerto de Progreso. Con base en este análisis se simuló la inundación con un periodo de retorno de 25 años para esta localidad. Para este caso se amplió la malla de cómputo, cubriendo a todo este poblado. Se hizo uso de datos de topografía LIDAR de alta resolución para interpolarla a la malla de cálculo. En los resultados se presentarán mapas de áreas propensas a inundación en el poblado de Progreso, lo cual será útil para instituciones gubernamentales y agencias privadas en la toma de decisiones concernientes al manejo de la costa de esta zona.

SE20-13

VULNERABILIDAD COSTERA A EVENTOS DE TORMENTA.

Mendoza Ponce E. Tonatiuh¹, Ojeda Casillas Elena², Meyer Arent Klaus³ y Salles Paulo³

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²University of West Florida

emendoza@iingen.unam.mx

Esta contribución presenta el desarrollo de un nuevo índice de vulnerabilidad costera al efecto de impactos de tormenta y su aplicación a las playas arenosas de la costa de Yucatán. El índice propuesto esta compuesto de la morfología de la playa, vegetación y la población a lo largo de la costa son consideradas para obtener un índice multi-criterio de vulnerabilidad, el cual provee información útil acerca del estado de la costa y los probables escenarios del cambio o daños que puedan ocurrir. El desarrollo de índice de vulnerabilidad toma en cuenta 1) los indicadores de la respuesta de la playa basados en la caracterización de las principales elementos de la playa y los impactos potenciales de las tormentas en términos de inundación y erosión inducidos por las características de las tormentas (oleaje y cambios de nivel del mar). 2) Un indicador de vegetación, el cual da una medida del grado de la cobertura de la vegetación en la parte trasera de la playa (con su inherente protección) y 3) el indicador de la antropización, dado por la densidad de los asentamientos humanos. El forzamiento esta definido en términos de eventos representativos utilizando una clasificación de las tormentas basada en oleaje y elevaciones del nivel del agua utilizando reanálisis de 30 años (1979- 2008). Cada evento está definido en términos de altura significativa, periodo pico del oleaje, dirección del oleaje, duración de la tormenta y el contenido energético integrado de la tormenta. Los eventos identificados fueron clasificados en una escala de cinco niveles (análoga a la clasificación de Saffir-Simpson) utilizando el contenido energético como parámetro de clasificación. La caracterización de la respuesta se hizo a través de los indicadores de inundación y erosión. Los elementos característicos de la playa fueron obtenidos utilizando transectos perpendiculares a la playa separados cada 200 m, utilizando un modelo digital de elevación (MDE) obtenido por datos de LiDAR hecho en junio del 2011. Por cada transecto se obtuvieron datos de como ancho de playa, pendiente y elevación máxima en la parte trasera de la playa. La erosión potencial se obtuvo utilizando un modelo perpendicular de variación del perfil de playa y la inundación utilizando

una parametrización del remonte y el valor de marea de tormenta asociada a las tormentas. La respuesta a la erosión y la inundación se dividió en tres grupos con valores de 1, 3 y 6 de acuerdo a los diferentes niveles de afectación, en donde 1 no es afectado y 6 es el más afectado. La cobertura de duna vegetada así como los asentamientos humanos fueron obtenidos utilizando los datos del ordenamiento ecológico del estado de Yucatán y actualizados mediante fotografías aéreas e imágenes de satélite. La vegetación y los asentamientos, fueron divididos en tres niveles en los que el valor de 1 se le asignó a una sistema dunar vegetado con buena salud y baja presencia de asentamientos humanos y 6 a la ausencia de vegetación y alta densidad urbana. Agradecimiento: proyecto PAPIIT IA100113 DGAPA UNAM.

SE20-14

INDICADOR DE VULNERABILIDAD A LA EROSIÓN EN PLAYAS PARA EL MANEJO COSTERO

Cuevas Alfonso¹, Euán Jorge I.², Silva Rodolfo³ y Villatoro Monique³

¹Universidad Marista de Mérida, UMM

²CINVESTAV, Mérida

³Instituto de Ingeniería, UNAM
acuevas@marista.edu.mx

Tipificar la costa arenosa en función de la vulnerabilidad a la erosión permitiría construir una estrategia de manejo apropiada, priorizando aquellas zonas que requieran de pronta y mayor atención y así como la implementación de acciones adecuadas a cada localidad. Un análisis espacio temporal de aproximación integral, basado en técnicas de fotointerpretación, características geomorfológicas y morfodinámicas permiten sintetizar la susceptibilidad a la erosión en zonas de playa. En este estudio se propone un método cartográfico para identificar oportunamente zonas del litoral de playa con mayor vulnerabilidad a la erosión costera, que permita alertar a los tomadores de decisión sobre la necesidad de implementar acciones y reducir riesgos en zonas prioritarias de atención. La morfología de duna-playa puede ser muy variable y su dinámico equilibrio depende de múltiples factores como el tamaño de grano, la intensidad de energía de oleaje, la disponibilidad de sedimento, las características del perfil de playa y la configuración costera. Una playa con un amplio desarrollo de "backshore" arenoso por sus características en el régimen de depositación de sedimento refleja condiciones de baja energía y disponibilidad de sedimento y dado que la playa protege las propiedades costeras, se consideró en este trabajo el ancho de playa como atributo geomorfológico relevante, donde a mayor ancho de playa, menor la vulnerabilidad por erosión. El método propuesto integra, además de atributos geomorfológicos y morfodinámicos, características antropogénicas de la costa. También se consideraron rasgos ecosistémicos como la vegetación de duna. La integración de diversos atributos en el índice empleado es de utilidad en el manejo e identificación de sitios prioritarios de atención para acciones preventivas. Entre los hallazgos, se observó que los sitios con mayor índice de vulnerabilidad a la erosión se asocian a lugares con mayor densidad poblacional.

SE20-15

VULNERABILIDAD COSTERA AL OLEAJE Y MAREAS DE TORMENTA ANTE ESCENARIOS DE AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Appendini Christian¹, Meza-Padilla José Rafael¹ y Hinojosa Corona Alejandro²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
cappendinia@iingen.unam.mx

El último reporte del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), en base a escenarios globales de ascenso del nivel del mar, estima que las costas mexicanas experimentarán aumentos de 0.5 a 1 m en el nivel medio del mar durante el siglo XXI. Ante dicho escenario, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático identifica la necesidad de realizar mapas de inundación para las áreas costeras de México. Estos mapas son imprescindibles para comprender las afectaciones y proponer medidas de manejo costero ante tales escenarios, sin embargo, no abordan el problema de aumento de la vulnerabilidad ante los peligros costeros. En este trabajo se toman escenarios de aumento del nivel del mar para dos localidades en el Pacífico (Manzanillo y La Paz) y dos localidades en el Golfo de México (Tampico y Holbox) para ejemplificar el aumento de la vulnerabilidad ante los peligros de oleaje y mareas de tormenta. Para cada una de las localidades se realizaron simulaciones hidrodinámicas y de generación y propagación de oleaje forzando con campos de viento de ciclones tropicales hipotéticos variando la intensidad de los vientos máximos. Los resultados muestran como un aumento en el nivel medio del mar de 1 y de 2 m aumentan considerablemente la vulnerabilidad de las zonas costeras ante el oleaje e inundaciones generadas por ciclones tropicales. También se demuestra que dicho aumento de vulnerabilidad también está determinado por la configuración geomorfológica de la zona receptora del evento extremo.

SE20-16

MEDICIONES DEL REMONTE DEL OLEAJE EN LA PLAYA DE SISAL (YUCATÁN) A PARTIR DE IMÁGENES DE VIDEO

Ojeda Casillas Elena¹, Mendoza Ponce E. Tonatiuh¹, Torres-Freyermuth Alec¹ y Puleo Jack A.²

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM

²Ocean Engineering Laboratory, Center for Applied Coastal Research, University of Delaware
eojedac@iingen.unam.mx

La erosión y la inundación que sucede en diversas secciones de franja costera la Península de Yucatán son elementos de suma importancia en la gestión de la zona costera. Esto sucede a pesar de no estar sometida a un oleaje de alta energía ($H_s = 1\text{m}$) y de encontrarse protegida por una plataforma continental muy ancha (más de 180 km) y de poca pendiente (1:1000). Una de las características que puede influenciar este comportamiento erosivo es el régimen de brisas que se caracteriza por vientos que llegan muy oblicuos a la costa y producen un oleaje con un ángulo de incidencia elevado y de periodo corto. En abril de 2014 se realizó una campaña intensiva en la playa de Sisal (Yucatán) a lo largo de la cual se tomaron medidas del oleaje, marea, viento, corriente, morfología de la playa y transporte de sedimentos. Las condiciones del oleaje en la zona están controladas por eventos locales (régimen de brisas) y eventos a mesoscala (Nortes). Entre el arreglo de instrumentación se encontraban dos estaciones de video: una estación de video monitoreo ubicada a 45 m de altura tomando imágenes horarias de una franja de más de 2 km de playa y una cámara individual colocada a 4.5 m de altura apuntando a la zona de swash y monitoreando una franja de alrededor de 10 m a lo largo de la playa. Las cámaras de la estación de video muestrean cada media hora tomando imágenes a casi 4 Hz y produciendo una imagen promedio y una de la desviación estándar de 10 minutos de muestreo. La cámara individual muestreó en continuo durante periodos de 10 minutos a varias horas en las horas de luz a 7.5 Hz guardando las imágenes instantáneas. Todas las imágenes obtenidas se rectificaron geográficamente a partir de puntos de control tomados en la playa para poder hacer medidas de posiciones reales. A partir de las imágenes georectificadas se pretende estudiar el remonte del oleaje en las diferentes condiciones hidrodinámicas que se dieron a lo largo del periodo de estudio; estadios de calma, brisas y Nortes. Lo anterior permitirá evaluar la capacidad de los modelos paramétricos para predecir el remonte del oleaje durante los diferentes forzamientos que controlan la dinámica de la zona. A su vez, se compararán los valores obtenidos con la cámara de alta frecuencia con los valores obtenidos a partir de las imágenes de la desviación estándar obtenidas de la estación de video. Este trabajo fue financiado con Fondos del Instituto de Ingeniería de la UNAM a través de un Proyecto de Colaboración Internacional de la Universidad de Delaware y del proyecto PAPIIT IA100113 de la DGAPA UNAM.

SE20-17

OBTENCIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN DE PLAYA A PARTIR DE IMÁGENES DE VIDEO

Gracia Barrera Ashley David¹, Mendoza Ponce E. Tonatiuh², Ojeda Casillas Elena² y Cársolio Priego Ernesto³

¹Unidad Académica Sisal, Facultad de Ciencias, UNAM

²Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM

³UABC
davesoun@hotmail.com

El estudio de los cambios de la línea de costa y la morfología de la playa es una tarea importante para la ingeniería costera. Su análisis permite evaluar el funcionamiento de estructuras de protección costera, identificar y cuantificar problemas de erosión, además de servir como información básica para los diseños ingenieriles en la zona costera. Este trabajo presentará una primera aproximación para obtener un modelo digital de elevación de la cara de la playa a partir de imágenes de video y datos de nivel del mar en el momento de la toma de las imágenes. Esto permitirá obtener diferentes características de la playa como la pendiente de la cara de la playa, lo cual es un elemento que dicta el comportamiento del remonte –runup– y que puede ser utilizado como indicador de la inundación en la playa. La metodología se basa en la obtención de la línea de costa momentánea (LCM) asociada a niveles de marea. La línea de costa será obtenida a partir de imágenes del sistema de video monitoreo costero de Sisal (Yucatán), rectificadas a partir de puntos de control conocidos localizadas en tierra, y del nivel del mar obtenido a partir de datos de un mareógrafo instalado en el puerto de abrigo de Sisal. Se pretende evaluar el desempeño de esta aproximación metodológica en la que se desprecian los efectos de la marea de tormenta y del set up inducido por la rotura del oleaje y el viento en la elevación exacta de la línea de costa en el momento de la toma de las imágenes. Los datos obtenidos se compararán con datos de campo medidos por medio de DGPS para concretar los valores de error esperados bajo diferentes condiciones ambientales. Agradecimiento: proyecto PAPIIT IA100113 DGAPA UNAM

SE20-18

EVALUACIÓN DEL USO DE LA LÍNEA DE COSTA PARA CUANTIFICAR TASAS DE EROSIÓN O ACRECIÓN EN PLAYAS

Ruiz de Alegría Arzaburu Amaia, García Nava Héctor y Delgado-Gonzalez Oscar Eduardo
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 amaia@uabc.edu.mx

Las playas son muy dinámicas y experimentan cambios morfológicos significantes a diferentes escalas espaciales y temporales. Desde el punto de vista de la gestión costera, existe una inminente necesidad de entender dichos cambios a mediano y largo plazo (meses a décadas), y en particular, de poder determinar si las playas son estables o se encuentran en condiciones de erosión o acreción progresiva. Para poder evaluar a detalle el estado morfodinámico de una playa se requiere de mediciones de perfiles de playa topobatimétricos frecuentes (mensuales). Sin embargo, en realidad, muchos estudios hacen uso de fotografías aéreas o satelitales para interpretar cambios de línea de costa en el tiempo y determinar el estado morfodinámico de las playas. Se entiende como línea de costa la línea longitudinal que representa la interfase instantánea entre tierra y mar, por tanto, es necesario entender que esa posición es instantánea, y que va a variar con el nivel de marea y la pendiente de la cara de la playa. Por ejemplo, en playas de baja pendiente (disipativas) y de alto rango mareal (macromareales), la línea de costa instantánea sufre de alta variabilidad espacial a lo largo del ciclo mareal. Además, para poder cuantificar tasas de erosión o acreción a partir de diferencias en la posición de la línea de costa, es necesario entender que eso implica que la línea de costa que se está midiendo y el volumen total de la playa están bien correlacionados, lo cual no es siempre cierto. Este trabajo evalúa el significado morfodinámico de la línea de costa y su posible uso para cuantificar tasas de erosión/acreción en playas, y discute la importancia de entender su variabilidad a diferentes escalas espacio-temporales.

SE20-19

EVALUACIÓN DE LA DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA DEL OLEAJE CERCANO A LA COSTA MEDIANTE UN RADAR DE NAVEGACIÓN

Díaz Méndez Guillermo¹, Haller Merrick C.¹,
 Raubenheimer Britt², Elgar Steve² y Honegger David A.¹
¹Universidad Estatal de Oregón, OSU
²Woods Hole Oceanographic Institution, WHOI
 guillermo.diaz@oregonstate.edu

El trabajo que presentamos tiene por objetivo demostrar la viabilidad de utilizar datos obtenidos mediante un radar de navegación para evaluar la variabilidad espacio-temporal del oleaje rompiente en un ambiente costero de morfología compleja dominada por la marea. Los datos que utilizamos fueron adquiridos durante una campaña de mediciones intensivas, realizada en la desembocadura conocida como New River Inlet, Carolina del Norte, en mayo del 2012, como parte de un proyecto multi-institucional financiado por la Oficina de Investigación Naval de EE. UU. La evaluación del oleaje rompiente se basa en la metodología propuesta por Catalán y colaboradores (2011), mediante la cuál se determina un umbral de intensidad del eco del radar (-4 dB en este caso) que ayuda a separar la señal correspondiente a rompiente activa de las correspondientes a oleaje no-rompiente y a espuma. La adecuada contabilidad de esta señal como función del tiempo en cada una de las celdas de resolución del radar, nos permitió estimar series temporales de mapas del parámetro fracción de rompiente, Q_b (Battjes y Janssen, 1978). Así, la disipación se calculó mediante el modelo de Janssen y Battjes (2007), alimentado con Q_b además de frecuencia del pico del espectro y profundidad, también obtenidos a partir de los datos del radar. Para validar estos resultados utilizamos los valores de disipación para encontrar una solución inversa de la ecuación de balance de energía (1D) y calcular la transformación de la altura de la ola a lo largo de dos transectos perpendiculares a la costa. Mediante la comparación de éstos con mediciones directas de altura del oleaje a lo largo de estos transectos se obtuvieron valores de correlación $R > 0.9$ y valores mínimos de error cuadrático medio $rmse = 0.1$ m.

SE20-20

ESTUDIO NUMÉRICO SOBRE LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL CAMPO DE CORRIENTES INDUCIDO POR EL OLEAJE EN LA ZONA COSTERA

Osuna Cañedo Pedro y Ocampo Torres Francisco J.
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 osunac@cicese.mx

Los procesos asociados a la interacción olas-corrientes tienen un impacto importante en la dinámica de la región comprendida entre el interior de la plataforma y la zona de rompiente del oleaje. Es bien sabido que los gradientes del esfuerzo de radiación inducidos por el oleaje pueden generar corrientes costeras y variaciones importantes en la elevación de la superficie del mar. Tradicionalmente, la simulación numérica de la dinámica en esta región se lleva a cabo con modelos barotrópicos en donde se incluyen expresiones del esfuerzo de radiación y la deriva de Stokes integrados en la vertical. La simulación de la dinámica tridimensional en estas zonas

resulta más compleja ya que la deriva de Stokes generada por las olas posee una estructura tal que induce un fuerte corte vertical cerca de la superficie, lo que determina de manera importante la deriva superficial. En este trabajo, se presentan resultados preliminares de la implementación de los procesos más relevantes en la interacción olas-corrientes en un modelo de circulación tridimensional implementado en la zona comprendida entre el interior de la plataforma y la zona de rompiente del oleaje. Estas pruebas preliminares se realizan bajo condiciones idealizadas, en una plataforma con profundidades menores a 12 metros, y se evalúa solo en efecto del oleaje en la hidrodinámica costera. A partir de comparaciones con resultados reportados en la literature, se muestra que el modelo es capaz de simular de manera adecuada tanto la circulación barotrópica como la baroclínica de esta zona. El presente estudio está enmarcado en el desarrollo de un sistema numérico que incorpora de manera adecuada los procesos relevantes de la interacción olas-corrientes y su efecto en la circulación tanto de la zona costera como del océano abierto.

SE20-21

EFFECTOS DE LA HIDRODINÁMICA EN EL RELLENO ARTIFICIAL DE PLAYAS DE CANCÚN

Aragón González Jesús¹ y Enríquez Cecilia²
¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM
²Facultad de Ciencias, UNAM
 r_jag18@hotmail.com

El presente trabajo se centra en el estudio de la hidrodinámica y morfodinámica de la playa de Cancún, Quintana Roo mediante el análisis de mediciones de campo y modelación numérica. Cancún ofrece áreas de esparcimiento con una alta demanda turística con implicaciones importantes en la derrama económica regional y nacional. Sin embargo, su desarrollo propició, entre otras cosas, que en gran medida se hiciera rígida la barra de arena que constituye la zona turística debido a la construcción masiva de infraestructura sobre la duna costera. Esto impide la dinámica sedimentaria natural del sistema, originando una erosión crónica de sus playas. Diversas intervenciones se han llevado a cabo para resolver el problema, sin dar una solución permanente. Esta contribución analiza la variación temporal y espacial del volumen sedimentario calculado a partir de mediciones de perfiles de playa antes y después de un relleno artificial. Mediante el análisis de datos de oleaje y de viento se caracteriza el clima de oleaje de la región, que alimenta una serie de experimentos de modelación numérica aplicando el programa computacional DELFT-3D. De este modo se describe la dinámica costera de playas de Cancún y sus variaciones morfológicas en relación a las distintas condiciones marinas, se determinan los posibles puntos de erosión crónica y se proponen las condiciones (estación del año y características del relleno) óptimas para extender la eficiencia de una alimentación artificial de la playa de Cancún.

SE20-22

CLIMATOLOGÍA DEL OLEAJE EN LA ZONA COSTERA DE MÉXICO EN EL OCEANO PACÍFICO.

García Nava Héctor, Ruíz de Alegría Arzaburu Amaia y Martínez Díaz de León Asdrubal
 Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 hector.gnava@uabc.edu.mx

El conocimiento de las características del oleaje en una región es de gran importancia para la planeación adecuada de las actividades que ocurren en ella; particularmente para el desarrollo de proyectos de ingeniería costera y oceánica como son la construcción de estructuras de protección, el diseño de buques y la producción de energía eléctrica a partir del oleaje, entre muchos otros. En este trabajo se presenta el clima, la variabilidad y la tendencia del oleaje en la zona costera de México en el Océano Pacífico y, además, se realiza un análisis de la distribución espacial y temporal del potencial energético del oleaje a lo largo del litoral del Pacífico Mexicano. Para ello se utilizan simulaciones numéricas del oleaje realizadas con el modelo Wave Watch III para los años de 1994 a 2012. Las simulaciones del oleaje tienen una resolución espacial de 1/60, una resolución temporal de 3 horas y utilizan como forzamiento atmosférico los vientos del Climate Forecast System Reanalysis. Como parte de los resultados se presentan una validación global de la implementación del modelo de oleaje y una validación a escala regional a través de comparaciones con las mediciones disponibles en la zona costera de México en el Océano Pacífico para el periodo simulado.

SE20-23

CENTRALIZATION AND DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS IN THE NEARSHORE WAVE PREDICTION SYSTEM

Padilla Hernández Roberto¹, van der Westhuysen Andre², Santos Pablo², Gibbs Alex², Gaer Douglas³, Tolman Hendrik⁴, Dusek Gregory⁵, Long Joseph⁶ y Stockdon Hilary⁶

¹National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA

²NOAA/NWS/Miami Weather Forecast Office, Miami, FL

³NOAA/NWS/Southern Region Headquarters, Fort Worth, TX

⁴NOAA/NWS/NCEP/EMC/MMAB, College Park, MD

⁵NOAA/NOS/CO-OPS

⁶USGS, St. Petersburg, FL

roberto.padilla@noaa.gov

In order to meet the increasing demand for high-resolution nearshore forecast products, the National Weather Service's (NWS), through the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and its Weather Forecast Offices (WFO), is developing the Nearshore Wave Prediction System (NWPS). This system is providing on-demand, high-resolution nearshore wave model guidance to forecasters. It was originally designed to run locally at WFOs due to the required amount of computing resources, administration, and the fact that every coastal WFO differs with respect to the relevant physical processes, requirements for grid resolution and expertise available. However, now NWPS has been restructured to run in "the cloud" at NCEP, but it will still be driven by forecaster-developed wind grids and offshore wave boundary conditions from NCEP's operational WAVEWATCH III, and water level and current fields from NCEP's Extra-Tropical Surge and Tide Operational System (ESTOFS) and from the Real-Time Ocean Forecast System (RTOFS), respectively. The system was originally designed with capabilities such as user-friendly installation and setup, optimized wave model settings, and wave partitioning and spatial and temporal tracking algorithms, from which Gerling-Hanson time series plots and coherent wave system fields are derived. To these have recently been added: parametric rip current and wave run-up guidance, ship routing, and the ingest of probabilistic storm surge water level fields from NOAA's P-Surge model during hurricane events. Results from NWPS for a number of storm events are presented to illustrate these new features

SE20-24

IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES PARA PREDICCIÓN DE OLAJE UTILIZANDO DATOS DE VIENTO EN LA COSTA DE YUCATÁN.

Bravo Cortés Luis Mauricio, López González José y Appendini Christian
Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM
oc.braco.lm@gmail.com

Las redes neuronales artificiales (RNA), de manera general, son máquinas de aprendizaje que imitan el funcionamiento que tiene una neurona biológica. Las RNA permiten analizar gran cantidad de datos con la finalidad de obtener información futura basada en la experiencia, mediante un proceso de aprendizaje y entrenamiento. En este trabajo, se presenta la aplicación de las RNA para predicción de oleaje, a partir de datos de viento. Existen modelos numéricos que predicen el oleaje de manera aceptable, sin embargo una ventaja de las RNA sobre estos modelos, radica en la rapidez del cálculo, lo que se traduce en una reducción de tiempo de cómputo y por ende en reducción de costo. Los datos de viento y oleaje; con los cuales se entrenó la red neuronal en este trabajo, fueron obtenidos en Sisal, Yucatán. Los datos de viento fueron recolectados con un anemómetro supersónico que se encuentra en una torre a 20m de altura y los datos de oleaje con 2 perfiladores acústicos doppler (ADCP) que se colocaron frente a la playa de Sisal a 4 y 10 m de profundidad. Las mediciones se realizaron durante el mes de abril del 2014, periodo en el cual se presentaron dos eventos de Norte. Cabe mencionar que el oleaje generado en la zona está directamente relacionado por el sistema de brisas que domina la zona. El método de entrenamiento de la RNA consiste en multiplicar una matriz de pesos (valores) por el vector de datos de entrada (viento), el resultado de este producto es enviado a una neurona que contiene la función de transferencia la cual genera un resultado de salida, este es comparado con el dato real (oleaje medido) y se obtiene un error que se propaga hacia atrás usando un algoritmo con el fin de disminuir este error en la siguiente iteración ajustando la matriz de pesos. El proceso se repite de manera iterativa hasta obtener un error menor al 10%. Una vez logrado esto se dice que la RNA ha quedado entrenada y se procede a generar los pronósticos de oleaje, los cuales fueron evaluados, obteniendo resultados aceptables en términos del coeficiente de correlación y del error cuadrático medio. Los resultados se compararon además, con una predicción hecha por un modelo de oleaje de tercera generación, considerando las mismas condiciones de datos de entrada y área de estudio. Se concluye que los resultados arrojados por ambos métodos son similares en el punto de interés y el presente trabajo muestra que la RNA es una buena alternativa de predicción.

SE20-25 CARTEL

HIDRODINÁMICA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA: APRENDIENDO DE UN CURSO

Gómez Valdés José¹ y Valle Levinson Arnoldo²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²University of Florida

jgomez@cicese.mx

El objetivo de este cartel es compartir con los asistentes a la Reunión Anual 2014 de la Unión Geofísica Mexicana nuestra experiencia relacionada con la enseñanza de un curso sobre oceanografía costera. El curso denominado Introducción a la Hidrodinámica de Lagunas Costeras y Estuarios se impartió del 17 al 31 de mayo de 2014 en el Departamento de Oceanografía Física del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Tuvo estudiantes (38) de varias instituciones del país. Consistió de clases de teoría por el instructor y desarrollo de ejercicios por los estudiantes, así como de una campaña intensiva de observaciones en el Estero de Punta Banda. Los estudiantes procesaron en el salón de clases los datos del ADCP utilizado en el experimento. Otra de las particularidades del curso fue que investigadores de otras instituciones, en particular del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, colaboraron en la campaña de mediciones.

SE20-26 CARTEL

PRONÓSTICO DE OLAJE CERCANO A LA COSTA EN MARES MEXICANOS UTILIZANDO EL SISTEMA NWPS

Appendini Christian¹, Padilla Hernández Roberto², Lira Alejandra¹, López González José² y Torres-Freyermuth Alec¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²NCEP-NOAA/IMSG

cappendinia@iingen.unam.mx

El sistema de predicción de oleaje cercano a la costa (Nearshore Wave Prediction System NWPS) fue desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) con la finalidad de proveer pronóstico en tiempo real de las condiciones de oleaje utilizando mallas de alta resolución. Este sistema se encuentra en operación de manera experimental en la costa de EEUU desde el 2013, pero se ha desarrollado una versión robusta aplicable a cualquier zona. Este sistema ha sido implementado en la costa de México en el Golfo de México y Mar Caribe ya que actualmente no existe un sistema de predicción de oleaje de alta resolución. El sistema está basado en un sistema de mallas anidadas, con alta resolución en zonas específicas como lo son la costa de Yucatán y Quintana Roo y la zona de Tuxpan y Puerto de Veracruz. En este trabajo se presenta el procedimiento de calibración y validación del modelo durante eventos extremos (huracanes y Nortes) y condiciones normales. Específicamente, el sistema se corrió de manera operacional para la costa de Yucatán y fue comparado con las mediciones de oleaje de marzo/abril del 2014 durante la campaña NCSal (Nearshore Coastal Dynamics on a Sea-Breeze Dominated Micro-Tidal Beach). Para este período se realizó una evaluación del pronóstico para distintas ventanas de predicción. Los resultados demuestran que el NWPS es una herramienta importante para el pronóstico de oleaje que permite la toma de decisiones en ámbitos de contingencias en la zona costera y el ámbito marino ante distintas condiciones del oleaje. Este proyecto fue financiado con fondos del Instituto de Ingeniería del Proyecto de Colaboración Internacional con la NOAA (#4314).

SE20-27 CARTEL

ESTIMACION DE MAREA DE TORMENTA Y OLAJE INDUCIDOS POR CICLONES TROPICALES EN MARES MEXICANOS

Meza-Padilla José Rafael¹, Appendini Christian¹ y Pedrozo-Acuña Adrian²

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Ingeniería, UNAM

jmezap@iingen.unam.mx

Tanto en el Golfo de México y Mar Caribe como en el Océano Pacífico, cada temporada existe la posibilidad de pérdidas materiales y humanas debido a los efectos de un huracán. Uno de los principales factores que generan daños a la infraestructura en las zonas costeras de México son el oleaje y la marea de tormenta. Varios autores han caracterizado estos fenómenos en base a información histórica, sin embargo, esta información no es suficiente para zonas donde existe poca información de ciclones tropicales y que comprende la mayoría del país. Para resolver esto, se han utilizado un total de 3100 ciclones tropicales sintéticos basados en un modelo estadístico/determinista de generación, propagación y disipación de ciclones tropicales. Con la información de cada evento, se generaron los campos de viento por medio de un modelo radial del perfil de vientos. Esta información se utilizó para forzar un modelo de oleaje de tercera generación y un modelo hidrodinámico basado en las ecuaciones de continuidad, conservación de masa y cantidad de movimiento a fin de generar una base de datos robusta con valores de superficie libre y altura significativa del oleaje a consecuencia de estos fenómenos naturales en los mares mexicanos. A partir de un total de 6,200 simulaciones, se realizó un análisis

de valores extremos con la finalidad de establecer la probabilidad de ocurrencia para distintos periodos de retorno. En base a los resultados, se encontró que el oleaje y nivel del mar de mayor altura se presentan en la península de Yucatán y la parte norte del Golfo de México, así como la zona sur de Baja California Sur y entre los estados de Sinaloa y Guerrero en el Pacífico. Los resultados obtenidos permiten establecer criterios de diseño para diferentes tipos de infraestructura en las costas Mexicanas, así como una ayuda para establecer zonas potenciales de inundación.

SE20-28 CARTEL

GENERACIÓN Y MEDICIÓN DE OLAJE IRREGULAR UNIDIRECCIONAL PARA PRUEBAS DE MODELADO EN LABORATORIOS DE HIDRAULICA

Herrera Charles Roberto¹, Vergara Miguel Angel² y Álvarez Teodoro³

¹CITEDI, IPN

²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
robcccharles@citedi.mx

Se presenta los resultados tenidos, al diseñar e implementar el generador de oleaje irregular unidireccional, así como el sistema de medición y sensores necesarios para producir diversos espectros de oleaje irregular. El generador es un pequeño canal de olas, el cual se instaló en el Laboratorio de Hidráulicos de Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional. De forma sobresaliente se muestra detalles, tanto el sistema de generación de oleaje basado en un actuador novedoso de motor lineal, así como en la red de sensores inalámbricos e inteligentes. Lo que permiten generar y medir espectros de oleaje irregular. Además el sistema cuenta con un algoritmo de control del espectro producido que se basa en Redes Neuronales, lo cual agrega autoaprendizaje a la generación del espectro del oleaje irregular. Este sistema de control permite generar pruebas con mayor precisión y menor tiempo sobre el pequeño canal de oleaje de prueba del laboratorio. Se presentan resultados de pruebas y medición de algunos espectros de oleaje irregular, que son generalmente requeridos por los laboratorios de hidráulica. Con este tipo de generadores de oleaje irregular y sistemas, pretendemos contribuir a facilitar la ingeniería civil para diseñar, probar, construir y mantener estructurales civiles que se tienen en el país, a lo largo de las costas marinas; así como estudiar e investigar diversos fenómenos que se dan en la línea costera y que son de alto impacto ambiental y económico.

Sesión Especial

**El Golfo de California y el
Pacífico Oriental Mexicano: In
Memoriam - Miguel Fernando
Lavín Peregrina 1951-2014**

Organizadores:

Luis Zavala Sansón

Emilio Beier

Laura Sánchez Velasco

Silvio Guido Marinone

SE22-1

MIGUEL LAVIN AND THE OCEAN OF LIFE

Barton Eric Desmond
Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC
 barton@iim.csic.es

Themes in the life and career of ML are inextricably entwined in his overwhelming enthusiasm and interest in understanding the ocean. His work was in great part his life. His scientific contributions emphasized here are the work in the Eastern Tropical Pacific in general, and specifically on the Gulf of Tehuantepec and on the Mexican Coastal Current. To this day, the experimental work carried out in the difficult conditions of the wind jet off Tehuantepec remains the most comprehensive study of the zone in terms of the high spatial and temporal resolution of the circulation and hydrography. His later work uncovered the existence and importance of the Mexican Coastal Current as a coastally trapped poleward flow north of Tehuantepec and entering the Gulf of California. His legacy, apart from his many publications, includes the continuation of this work by his colleagues, students and collaborators who are endeavouring to execute his final project on the MCC. The study, involving the innovative application of glider technology acquired through his efforts, promises new insights into the functioning and dynamics of the coastal system. This presentation sketches some intertwined threads, personal and professional, in ML's voyage on the ocean of life.

SE22-2

MIGUEL LAVÍN Y EL GOLFO DE CALIFORNIA

Beier Emilio¹, Castro Rubén², Godínez Víctor M.³ y Portela Rodríguez Esther⁴

¹CICESE, Unidad La Paz

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

⁴CICESE

ebeier@cicese.mx

Voy a contar una parte de la historia de dos personajes impresionantes de la oceanografía física de México, la de Miguel Lavín (ML) y Pedro Ripa, un observacional y un teórico que trabajaban en oficinas contiguas. Cada uno se parecía más o menos a un 50% del otro, sinceramente, ambos de lujo. Todo comenzó para mí en 1994, aunque había llegado tarde a la fiesta del golfo, no era aún tan tarde. Estos dos investigadores, más la dedicación de buenos colaboradores habían acabado con la termodinámica del Golfo de California (Rubén Castro mediante, esta Sesión). Todo se resumía al ciclo estacional, y a la tremenda influencia del Océano Pacífico que fulminó esas palabras vagas de algunas tesis de que el golfo era un mar semicerrado. Faltaba la dinámica, que me tocó a mí, sólo porque siendo estudiante, tenía la paciencia de modelar al detalle las observaciones e ideas de estos dos actores. No todo terminó ahí, fue ML y Reginaldo Durazo (esta Sesión) quienes con sus observaciones en 1997 terminaron la obra de esa década y pudieron confirmar con observaciones directas los resultados teóricos que Pedro y yo habíamos obtenido. A partir del 2001, y con el trabajo de Emilio Palacios (esta Sesión) pareció que se creaba un vacío en la dinámica-termodinámica del golfo, como que ya no había mucho que decir o que, hablando mal y pronto, empezó el golfo a ser aburrido. Por supuesto otros investigadores tomaron las riendas como Guido Marinone (esta Sesión) y más chispazos enriquecieron la dinámica del golfo. Fue hasta el 2003, y con mi regreso a México, cuando ML me llamó y me dijo: -Emilio observemos el golfo nuevamente, con otra cara-. Le dije: -ML estoy en el Pacífico, el golfo no me interesa-. -Está bien me ayudas en el golfo y te ayudo en el Pacífico- me respondió. Así quedó, era una ayuda que no podía desestimar, y regresamos al golfo, con nuevas observaciones e instrumentos más complejos, con la mente abierta como en la década de los 90. De eso les voy a hablar hoy, de nuestras nuevas sorpresas. Como soy un neófito con la palabra voy a recurrir a los poetas para despedir a un amigo: Voy a exponer aquí, porque me digo que es bueno andar con la sonrisa entera, silbando bajito una canción cualquiera, tener un perro, un árbol, un Miguel.

SE22-3

**REVISIÓN PARCIAL DE ARTÍCULOS
PUBLICADOS POR MIGUEL LAVÍN**

Marinone Silvio Guido Lorenzo y Lavín Miguel
 CICESE
 marinone@cicese.mx

Se presenta un resumen de los artículos en que el Dr. Miguel Lavín y el ponente aparecemos como coautores. Los temas principales en que colaboramos fueron: (i) circulación del Golfo de California (GC), (ii) Corriente de California y (iii) conectividad y oceanografía biológica. En el primer tema la colaboración nace en un artículo sobre generalidades de mareas y corrientes residuales del GC y continúa con tres capítulos de libro en el que él fue co-editor: uno versa sobre giros geostróficos a partir de información hidrográfica, otro sobre flujo residual y mezcla, a través de un modelo numérico, en la región de las grandes islas y el último es una revisión de la oceanografía física del golfo. Cuatro artículos se dedican al estudio de corrientes de marea, al rol de las mareas y la mezcla en la formación de un giro (en la cuenca de San Pedro Mártir) y a aspectos lagrangianos de la circulación. El segundo

corresponde a un trabajo sobre modelación de la circulación costera en la región del norte de BC y sur de California. El último tema resulta de nuestra participación en proyectos de investigación multidisciplinarios donde nuestra colaboración pretendía contribuir a entender aspectos biológicos afectados por el medio ambiente físico.

SE22-4

**MIGUEL, CAZADOR DE DIPOLOS?: HÁBITATS
DE LARVAS DE PECES EN UN DIPOLO
EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

Apango-Figueroa Ethel A.¹, Sánchez Velasco Laura¹,
 Lavín Miguel², Godínez Víctor M.³ y Barton Eric Desmond⁴

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²† In Memoriam de Miguel F. Lavín (1951-2014)

³Departamento de Oceanografía Física, CICESE

⁴Departamento de Oceanografía, Instituto Investigaciones Marinas, CSIC, España
 ethelapango@gmail.com

Se analizó la distribución tridimensional de los hábitats de larvas de peces en un dipolo de mesoescala en el sur del Golfo de California en julio de 2010. La estructura fue detectada mediante imágenes de satélite de temperatura y clorofila. Se realizaron muestreos sobre dos transectos que cruzaron la estructura. En cada estación se obtuvieron datos de CTD (conductividad, temperatura, profundidad) con sensor de fluorescencia y oxígeno disuelto, y se realizaron lances de zooplankton estratificados. Estos últimos fueron de cada 17 m de profundidad desde la termoclina hasta superficie, y cada 50 m desde los 200 m de profundidad hasta la termoclina. Las velocidades del LADCP mostraron que el dipolo tuvo una profundidad de hasta 800 m. El cuerpo del dipolo mostró dos polos opuestos: uno ciclónico con diámetro ~ 50 km y velocidades de ~ 20 cm / s; y el otro anticiclónico con diámetro ~ 40 km y velocidades de ~ 10 cm / s. El chorro central fue vigoroso con velocidades > 25 cm / s. Las propiedades ?-S mostraron que la estructura se originó fuera del Golfo, en aguas Superficial Tropical y Subtropical Subsuperficial. En este contexto, tres hábitats de larvas de peces fueron estadísticamente definidos (P < 0.001). Un hábitat definido en la capa de mezcla (~ 15 m de profundidad) que se caracterizó por la mayor abundancia de la especie mesopelágica Vinciguerria lucetia, y por la presencia de la especie epipelágica Auxis sp.; hábitat correlacionado con agua cálida (24-25 ° C, P ? 0,05) y oxigenada (4-5 ml / L, P ? 0,05) Superficial Tropical. Los otros dos hábitats de larvas de peces se definieron debajo de la termoclina (entre ~ 15 y 50 m de profundidad) y fueron dominados por especies mesopelágicas. Uno de ellos ocurrió en la zona del chorro central con la mayor abundancia de larvas, dominado por Diogenichthys laternatus; y el otro hábitat se definió en los márgenes del dipolo donde la abundancia larval fue menor, y se caracterizó por Psenes sio y Bathylagoides wesethi, especies frecuentes fuera del Golfo de California. Estos dos hábitats están correlacionados con agua salina (34,4-34,9, p ? 0.05) e hipóxica (0,03 a 1 ml / L, P ? 0,05) Subtropical Subsuperficial. Los resultados sugieren que, a pesar de la compleja hidrografía y dinámica del dipolo, este puede atrapar y concentrar larvas de peces durante su evolución formando hábitats de larvas de peces, al igual que otras estructuras de mesoescala como remolinos y frentes.

SE22-5

**DISPERSIÓN EN EL OCÉANO: MEDICIONES
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA**

Zavala Sansón Luis
 CICESE
 lzavala@cicese.mx

Entre los numerosos cruceros oceanográficos del Dr. Miguel Lavín en el Golfo de California, en varios de ellos se realizaron lanzamientos de boyas de deriva superficiales seguidas por medio de satélite utilizando el sistema Argos. El registro continuo de la posición de las boyas durante semanas o incluso meses permite realizar diferentes análisis estadísticos orientados a medir propiedades de dispersión en el océano. Algunas de ellas son: (1) las escalas integrales temporales y espaciales, (2) medidas de dispersión absoluta (separación de las boyas con respecto a su posición inicial), (3) de dispersión relativa (separación entre pares de boyas), (4) los Exponentes de Lyapunov de Escala Finita, con los cuales se calcula la rapidez de separación entre pares de partículas como función de su separación inicial. En esta charla se describen los resultados principales de tales mediciones en todo el Golfo de California y, hasta donde permite la disponibilidad de datos, en algunas temporadas en las que se cuenta con mayor información. Adicionalmente, se argumenta que este tipo de mediciones constituye una de las formas directas de considerar las complejas propiedades de dispersión en un medio turbulento como el océano o la atmósfera, y que por lo tanto deberían constituir uno de los objetivos primordiales para entender y modelar numéricamente con mayor precisión la dispersión de contaminantes, larvas, derrames en mar abierto o descargas en zonas costeras.

SE22-6

EFFECT OF COASTAL-TRAPPED WAVES AND WIND ON CURRENTS AND TRANSPORT IN THE GULF OF CALIFORNIA

Gutiérrez Villanueva Manuel O.¹, López Mariscal Manuel¹, Candela
Julio¹, Castro Rubén², Mascarenhas Affonso³ y Collins Curtis A.⁴

¹CICESE

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³IIO, UABC

⁴Department of Oceanography, Naval Postgraduate School
gvillanu@cicese.edu.mx

Subsurface pressure (SsP) observations from stations inside and outside of the Gulf of California (GC) are used to analyze the relationship between low-frequency currents, temperature and transport inside the GC and intraseasonal coastal-trapped waves (CTWs), which propagate poleward along the coast towards the GC. Correlation functions and coherences of SsP stations were consistent with intraseasonal CTWs splitting in two at the mouth of the gulf: one part enters the gulf, propagates around the gulf, and eventually, towards the mouth, and another part that appears to "jump" the mouth of the gulf and travels poleward along the west coast of the peninsula. The correlation and coherence estimates of SsP at Manzanillo with currents showed that downwelling CTWs generated along-gulf current anomalies towards the head of the gulf at the mainland shelf of the mouth, whereas at Ballenas Channel sill (San Lorenzo sill) these waves generated current anomalies towards the mouth near the surface (bottom). At the San Lorenzo (SL) sill, downwelling CTWs increased the near-bottom (~400 m) temperature and reduced the bottom transport of deep, fresher, and colder water that flows towards the head of the gulf. Cross Calibrated Multiplatform winds were used to investigate their relationship with currents. The first empirical orthogonal function of the along-gulf wind stress showed that wind blowing towards the head of the gulf generated a reduction of bottom transport towards the head of the gulf through the SL sill, and intensified surface geostrophic current fluctuations towards the head of the gulf. There was also significant correlation between inflow bottom transport and outflow surface geostrophic velocities averaged across the gulf, consistent with the exchange pattern for the northern gulf.

SE22-7

CLIMATOLOGÍA ESTACIONAL DE LA REGIÓN DE TRANSICIÓN DEL SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Durazo Reginaldo
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
rdurazo@uabc.edu.mx

En esta sesión se discute la oceanografía del Pacífico Mexicano. Este trabajo resume el conocimiento de la climatología estacional del Pacífico frente a la Península de Baja California. Se estudia la variabilidad de la zona de transición entre un ambiente templado y aquellos tropicales-subtropicales en el límite sur del Sistema de la Corriente de California. Se analizaron datos hidrográficos de 56 cruceros cuatrimestrales realizados por el programa IMECOCAL entre 1997 y 2013. Se encontró que en la capa superficial (0-100 m) el océano es uniforme (subártico) durante invierno y primavera, y está dividido en dos regiones al norte (subártico) y al sur (tropical-subtropical) de Punta Eugenia en verano y otoño. La división provincial parece estar regulada por el debilitamiento de los vientos del noroeste y la aparición de una región de rotacional del esfuerzo del viento positivo en la región subtropical, al oeste de Cabo San Lucas. Los mapas promedio de altimetría y la circulación asociada sugieren que esta dinámica favorece la intrusión de aguas tropicales y subtropicales y la aparición de flujos costeros hacia el polo. Se proponen diagramas esquemáticos de circulación superficial durante los periodos frío, cálido y El Niño. Debajo de la superficie, la división provincial también es evidente en los mapas climatológicos estacionales de circulación geostrofica, con dos estructuras ciclónicas claramente definidas durante verano y otoño. Se observa que las estructuras funcionan como una guía que mantiene la continuidad de la Contracorriente de California (CCC). Durante el verano y el otoño se encontró también que los flujos superficiales y subsuperficiales dirigidos hacia el polo están unidos en la columna de agua. Sus características hidrográficas indican que el flujo superficial no necesariamente implica un afloramiento de la CCC.

SE22-8

ESTUDIO DE LA CORRIENTE COSTERA MEXICANA Y CIRCULACIÓN ALEDAÑA EN EL PACÍFICO TROPICAL FRENTE A MÉXICO

Portela Rodríguez Esther¹, Lavín Miguel¹, Beier Emilio²,
Barton Eric Desmond³ y Sánchez Velasco Laura⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz

³Departamento de Oceanografía, Instituto Investigaciones Marinas, CSIC, España

⁴Departamento de Plankton y Ecología Marina, CICIMAR, IPN
eportela@cicese.edu.mx

Este trabajo constituye la parte central del último proyecto del Dr. Miguel Lavín. El proyecto tiene como objetivo principal el estudio de la Corriente costera Mexicana (CCM), que representa un punto de unión en la circulación general del Pacífico tropical oriental, conectando la región tropical con la subtropical. La CCM es un flujo hacia el polo paralelo a la costa. Fluye aproximadamente desde el norte del cuenco de Tehuantepec hasta al menos Cabo Corrientes, aunque sus límites no han sido aún establecidos de forma precisa. Hasta el momento se la ha identificado como un flujo que en su parte estacionaria está en balance de Sverdrup, sin embargo, no se conoce su variabilidad prácticamente en ninguna escala. Las únicas observaciones directas hasta el momento fueron realizadas por Lavín et al. (2006) durante el mes de Junio (2003 y 2005) y muestran la CCM fluyendo hacia el polo con 90 - 180 km de ancho por 250 - 400 m de profundidad. Tiene un transporte asociado entre 2.5 y 5.0 Sv y una velocidad de 0.14 - 0.3 ms-1. Aún no se tiene una explicación observacional del origen (i.e. los forzamientos) de la CCM a escala estacional, aunque parece estar ligado con el esfuerzo del viento y con el paso de ondas atrapadas en la costa de origen ecuatorial. Uno de los puntos clave de esta investigación es separar e identificar los diferentes procesos costeros que tienen lugar simultáneamente para poder caracterizar a la CCM y sobre todo su variabilidad a escala estacional. Para ello se utilizará un equipo autónomo subacuático (glider) con varios sensores, altimetría satelital y un crucero oceanográfico para llevar a cabo un estudio oceanográfico físico, químico y biológico de la CCM y su circulación aledaña.

SE22-9

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CAPA MEZCLADA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

Godínez Victor M., Lavín Miguel y Solorio Angelica
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
mxcali@cicese.mx

Se hace una descripción estacional del espesor y termodinámica de la capa mezclada superficial en el Golfo de California usando perfiles hidrográficos en el período comprendido entre los años 1939 y 2012. El espesor de la capa de mezcla se calculó usando un criterio basado en densidad de acuerdo a la metodología de Kara et al. (2000). Se encontró una fuerte señal estacional en toda la región. El espesor de la capa de mezcla aumenta de la boca hacia la cabeza y de verano a invierno. La región donde se presentan los máximos espesores es en la zona de las grandes islas, por el contrario, el mínimo espesor de la capa de mezcla se localiza en la zona de la boca del Golfo. El análisis armónico del espesor, temperatura y salinidad de la capa de mezcla, revela que estas variables tienen principalmente un comportamiento anual cuya amplitud aumenta de la boca hacia la cabeza. En la Cuenca Guaymas los armónicos anual y semianual de la salinidad tienen la misma amplitud (0.05) con máximos en Agosto (1) y Octubre (24), respectivamente, sin embargo estas fases no están acopladas con las fases del espesor y la temperatura.

SE22-10

CONFIRMACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA CONTRACCIÓN DEL HÁBITAT (HABITAT CONTRACTION HYPOTHESIS) EN LA ZONA DEL MÍNIMO DE OXÍGENO DEL PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL.

Färber Lorda Jaime¹, Färber Data Bertrand¹, Lavín
Miguel¹, Hernández Ayón Martín² y Franco Novela Ana²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
jfarber@cicese.mx

Muestras obtenidas con una red múltiple MOCNESS durante el mes de noviembre del 2009 fueron utilizadas para estudiar la distribución vertical del zooplancton. Los dos transectos estudiados muestran diferencias en su estratificación, el transecto B, en el norte, bajo la influencia de la Corriente de California, estuvo menos estratificado, y mostró una Mínimo de Oxígeno (MO) más profundo, en relación con el transecto D, en el sur, que muestra una estructura hidrográfica más estratificada y un MO más somero. Todos los grupos taxonómicos, a excepción de los eufásidos, mostraron migración vertical solo en los 100 m primeros metros dentro de la zona oxigenada. Los eufásidos si migran dentro del rango muestreado de los primeros 500 m, dentro de la zona del MO. Esto confirma la hipótesis de la Contracción del Hábitat, con un número significativo de muestras. Un giro presente en el área

produjo una alta productividad, POM (proteínas+carbohidratos+lípidos) estuvo alto en ambos transectos, más aún en la zona nerítica. El pH estuvo relativamente más alto en la zona oceánica bajo la influencia de la Corriente de California del transecto B. Es posible que el pH y el oxígeno bajo tengan un efecto sinérgico en la distribución vertical del zooplankton.

SE22-11

ONDAS INTERNAS DE MAREA EN LA REGIÓN DE LOS UMBRALES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Filonov Anatoliy, Tereshchenko Iryna, Monzon Cesar y Velázquez-Muñoz Federico
Universidad de Guadalajara
 afilonov@cencar.udg.mx

Se discuten los resultados de dos experimentos oceanográficos en el Golfo de California (GC) para investigar el comportamiento de ondas internas generadas en umbral de San Esteban. Las mediciones se realizaron con: a) CTD ondulante SBE 19plus; b) las cadenas contaban con termógrafos HOB0 y RBR, distribuidos desde la superficie hacia al fondo (hasta 700 m de profundidad), en anclajes; c) una cadena de sensores de temperatura, presión y un ADCP, remolcados uno detrás del otro a una distancia de 300 m. Los datos mostraron que en la marea barotrópica semidiurna en el umbral de San Esteban se genera marea interna no lineal, que se propaga hacia el Norte, durante el reflujo, y al sur, durante el flujo, de la onda barotrópica. Estas ondas se desintegran en grupos de solitones de alta amplitud y generan variaciones significativas en la temperatura y la salinidad hasta el fondo del GC. Finalmente las ondas de marea se desintegran en ondas de más alta frecuencia y se transforma su energía en pulsos turbulentos generando mezcla vertical y horizontal. Estos procesos provocan elevación de nutrientes a la superficie lo que permite que se mantenga una alta productividad biológica de las aguas en esta área de la GC. Para demostrar el proceso que ocurre en la región del umbral, se utilizó un modelo numérico (Princeton Ocean Modelo, POM).

SE22-12

PROPIEDADES DE UN FRENTE SUPERFICIAL OCEÁNICO ASOCIADO CON LAS FRONTERAS DE LAS MASAS DE AGUA EN LA ENTRADA AL GOLFO DE CALIFORNIA; NOVIEMBRE, 2004

Castro Rubén¹, Collins Curtis A.² y Mascarenhas Afonso³

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Naval Postgraduate School, Monterey, California

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 castro@uabc.edu.mx

Se describe la estructura de un frente superficial de mesoescala en la entrada al Golfo de California. El frente ocurrió en una región de fuerte corte ciclónico, entre las aguas del Pacífico de relativa baja salinidad, las cuales fluyeron hacia dentro del Golfo por la parte este de la entrada y las aguas saladas del Golfo de California, que fluyeron hacia fuera del Golfo por la parte oeste de la entrada. Las observaciones incluyeron dos secciones hidrográficas de alta resolución. Una sección se realizó con un CTD que fue remolcado (Triaxus), el cual perfiló la columna desde cerca de la superficie hasta ~125 m (~0.7 km entre cada perfil) y un ADCP de 300 kHz. La segunda sección, fue obtenida con lances de CTD cada 10 km y hasta 1000 m de profundidad incluyendo un ADCP de 75 kHz. Ambas secciones indicaron un frente de salinidad casi vertical cerca de ~108.61‰W y entre 23.6-23.9‰N, el cual se extendió hasta una profundidad de ~120 m. El cambio de salinidad superficial a través del frente fue de ~0.4 y el ancho del frente entre 10-15 km. La razón de mezcla superficial horizontal, varió de -0.15 a -0.7, e indicó que la salinidad dominó al cambio de densidad. La capa mezclada se desarrolló hasta una profundidad de ~45 m. Características que se observaron en el frente incluyen: un flujo superficial (10 km de ancho, 0.25 m/s), subducción de la capa de mezcla a la parte superior de la piconocline, evidencia de inestabilidad simétrica impulsada por enfriamiento de las aguas superficiales, una razón de deformación de -0.000005 1/s. En la capa superficial (~60 m), las corrientes ageostroficas tuvieron un flujo hacia el norte de ~50 km al oeste del frente superficial. Flujos de temperatura (difusividad) fueron estimados con -0.0076 °C/ms (8600 m²/s). Se obtuvieron perfiles de transporte de calor en la capa superficial (10-110 m). El principal rasgo de estos perfiles fue el cambio marcado entre 49-65 m. El transporte de calor incrementó de -0.96 TW a -49 m de profundidad a -0.18 TW a 65 m. Esto fue indicativo que la capa superficial del océano dominó el transporte total.

SE22-13

LESSONS LEARNED FROM DR. MIGUEL LAVIN: A DECADE OF THE FLOO PROJECTS (FLUXES LINKING THE OFFSHORE AND THE ONSHORE)

Ladah Lydia
 CICESE
 surfermama@gmail.com

There exist many coastal processes that link nearshore waters with the offshore environment that are modulated by, and vary at, numerous temporal and spatial scales. I will present final results from Mexican Pacific coastal waters acquired during the various expeditions of the FLOO projects (Fluxes Linking the Offshore and the Onshore) which span a decade of collaboration with our sadly departed dear friend, mentor and colleague, Dr. Miguel Lavin. I will discuss how the internal tide and high frequency internal waves can modulate the nearshore physical environment and force biological responses in the plankton and on the benthos, in many different ecosystems and organisms. I will also present some important lessons learned during the decade of these projects from Dr. Lavin that may, in particular, benefit young scientists and especially women in their careers. The FLOO projects, the LINK project and the newly funded international group project "The Coastal Complexity Crew (C cubed): Towards a paradigm shift for the nearshore ocean by exploring the biophysical complexity of spatio-temporal scales in coastal productivity", are only a small fraction and testament to the impressive legacy spanning five decades that Dr. Lavin proudly leaves behind. Dear friend, we were sad to see you go, but you live on forever in every drop of our eternal mother ocean that we are so humbly blessed to continue studying in your honor.

SE22-14

EL ROL DE LAS ESCALAS DE LA CIRCULACIÓN Y DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA EN LOS HÁBITATS DE LARVAS DE PECES EN EL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO

León-Chávez Cristina Alicia¹, Beier Emilio², Sánchez Velasco Laura³, Desmond Barton Eric⁴ y Godínez Victor M.⁵

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz

³Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

⁴Departamento de Oceanografía, Instituto Investigaciones Marinas, CSIC, España

⁵Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Departamento de Oceanografía Física
 cristina.calc@gmail.com

A partir de cinco campañas oceanográficas en el Pacífico Oriental Tropical frente a México, se analizó la relación entre los hábitats de larvas de peces y las escalas ambientales de la circulación (mesoescala, estacional e interanual). Esto fue realizado por medio de una descomposición en funciones empíricas ortogonales aplicadas a la altimetría y muestreos in situ. Los muestreos consistieron en una red de estaciones hidrográficas y arrastres oblicuos de zooplankton con red bongo (505 µm). Durante ambos periodos, el frío (marzo y junio) y el cálido (agosto y noviembre), el índice de Disimilitud Bray Curtis definió tres hábitats de larvas de peces recurrentes que variaron en extensión y abundancia en función de las escalas ambientales. La variabilidad de los hábitats de larvas de peces "Tropical" (caracterizados por alta abundancia de Vinciguerra lucetia, Diogenichthys laternatus y Diaphus pacificus), se asociaron a los cambios estacionales. Los hábitats "Transición Corriente de California" (dominados por V. lucetia y D. laternatus, con menor abundancia que el hábitat Tropical) y los "Costa Océano" (dominados por B. bathymaster) se asociaron principalmente con la actividad de mesoescala inducida por remolinos y surgencias costeras. En febrero de 2010 el hábitat "Tropical" predominó en el mar abierto y el hábitat "Transición Corriente de California" no se presentó, lo cual se atribuye de las condiciones El Niño. Finalmente, se encontró que las escalas ambientales de mesoescala, estacional e interanual afectan la abundancia y extensión de los hábitats de larvas de peces.

SE22-15

SURGENCIAS EN EL SURESTE DE LA BAHÍA DE LA PAZ ASOCIADAS AL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE

Turrent Cuauhtémoc y Gómez-Valdivia Felipe
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 turrentc@cicese.mx

En este trabajo documentamos la existencia de una zona de surgencias al sur de la Bahía de La Paz (BLP) al inicio de la temporada de verano. Observaciones directas de la temperatura del agua a 2 m de profundidad durante el año 2011 muestran un enfriamiento de ~4°C en el mes de junio en la región sur de la BLP. Promedios mensuales de datos satelitales de alta resolución (~1.25 km) durante el periodo 2005-2013 confirman que este enfriamiento es un rasgo distintivo del ciclo anual de la temperatura superficial de la BLP, que genera contrastes de temperatura grandes (~2 °C) entre el sureste y el noroeste de la bahía. Este enfriamiento estacional corresponde al primer modo empírico de variabilidad de la anomalía espacial de

la temperatura superficial dentro de la bahía, el cual explica el 49% de la varianza de dicho campo durante el periodo referido. Promedios mensuales del esfuerzo del viento obtenidos de una implementación del modelo numérico WRF, en la que las características principales del sistema de brisas marinas y de la topografía local están bien resueltas, indican que el enfriamiento de la temperatura superficial al sureste de la BLP coincide espacial y temporalmente con el máximo rotacional positivo del esfuerzo del viento observado a lo largo del ciclo anual. Ese rasgo de la circulación atmosférica sobre la BLP se relaciona con el desarrollo de fuertes gradientes espaciales del viento al inicio de la temporada monzónica, cuando el flujo superficial sobre el Golfo de California se invierte hacia el noroeste. Los altos valores del rotacional del esfuerzo del viento sobre el sureste de la BLP ($5 \times 10^{-5} \text{ N m}^{-3}$) sugieren que el bombeo de Ekman es el mecanismo responsable del enfriamiento en dicha región.

SE22-16

OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS COSTERAS EN TRES PUNTOS DE LA COSTA DE OAXACA ENTRE 2010 Y 2014

Reyes Hernández Cristóbal y Ahumada Sempoal Miguel
Universidad del Mar, UMAR
creyes@angel.umar.mx

Se realizaron observaciones de temperatura y velocidad del agua y condiciones atmosféricas del 2010 al 2014 en tres puntos frente a la costa de Oaxaca: Mazunte ($15^\circ 39' 21.3'' \text{ N } 96^\circ 32' 53.6'' \text{ W}$), La Boquilla ($15^\circ 40' 32.0'' \text{ N } 96^\circ 27' 48.7'' \text{ W}$) y Tangelunda ($15^\circ 45' 54'' \text{ N } 96^\circ 05' 11.4'' \text{ W}$). Las observaciones se realizaron repetidamente por periodos hasta de tres meses. En cada punto se ancló un perfilador de velocidad acústico, una sonda hidrográfica y un termistor. La sonda hidrográfica y el perfilador de velocidad se colocaron a una profundidad cercana a 24 m y el termistor a aproximadamente 5 m por abajo de la superficie. Las observaciones meteorológicas se realizaron en dos estaciones relativamente cercanas a la ubicación de los anclajes, en el Campus de la Universidad del Mar en Puerto Ángel ($15^\circ 39' 52'' \text{ N } 96^\circ 29' 56.37'' \text{ W}$) y en el Campus de la Universidad del Mar en Huatulco ($15^\circ 46' 50.6'' \text{ N } 96^\circ 09' 42.3'' \text{ W}$). En los meses de invierno la temperatura del agua disminuyó mediante eventos de enfriamiento intenso (hasta de 6°C en 24 horas), acompañados con frecuencia por aumentos modestos de la salinidad (alrededor de 1 unidad). La intensidad de los eventos de enfriamiento decreció hasta desaparecer hacia el final de la primavera. En los meses de verano, la salinidad experimentó descensos drásticos (hasta 4 unidades en 24 horas), que progresivamente crearon una tendencia general hacia la disminución. En forma semejante a la temperatura, la intensidad de los descensos de salinidad, decrecieron y desaparecieron hacia mediados de otoño. En general la velocidad horizontal fue hacia el NW en Mazunte, SE en la Boquilla y SE en Tangelunda. Durante el invierno, la velocidad en la Boquilla fue con frecuencia hacia el SW y durante el verano hacia el SE. Aunque las corrientes en Tangelunda mostraron mayor variabilidad que en Mazunte, las dos estaciones mostraron movimientos cercanamente opuestos, hacia el SE la primera y hacia el NW la segunda. Este comportamiento hace suponer que La Boquilla se encuentra en la frontera entre dos condiciones oceanográficas distintas. En la Boquilla la variación en la dirección de las corrientes, de la temperatura y de la salinidad fue mayor que las otras dos estaciones, además fue una estación donde en promedio existió el mayor número de movimientos verticales de agua hacia la superficie.

SE22-17

EFFECTO DEL ROTACIONAL Y DIVERGENCIA DEL ESFUERZO DEL VIENTO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Martínez Alcalá José Antonio
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
amartine@uabc.edu.mx

La alta productividad en el Golfo de California es uno de los muchos fenómenos que han atraído la atención de investigadores de disciplinas diversas. En este trabajo se analiza el efecto de la variabilidad del viento en el Golfo de California. El bombeo de Ekman producido por el rotacional del viento, así como el bombeo producido por la divergencia del viento son relacionados con la temperatura superficial del mar (TSM) y productividad primaria. Nuestro análisis está basado en imágenes de satélite de TSM, clorofila, y viento. Las imágenes analizadas son diarias y cubren el periodo de 2006 al 2011. El rotacional del viento es intenso, y muestra valores positivos del lado continental (Este) y negativos del lado Oeste, aunque por tiempos cortos puede invertirse. La correlación entre la temperatura superficial del mar y el rotacional del esfuerzo del viento es alta y negativa en el lado Este, lo cual sugiere un intenso bombeo de Ekman que se extiende a lo largo del Golfo. En el lado Oeste del Golfo, la correlación es de signo contrario, lo que puede ser interpretado como un efecto "inhibidor" de enfriamiento. La clorofila muestra una relación inversa con el rotacional del viento, solo que en el Norte la relación es más débil. La divergencia del viento muestra un comportamiento curioso, de tal manera que la correlación con la TSM tiene signos opuestos a través del Golfo. A lo largo del Golfo, el signo va cambiando de forma alternada en escalas de alrededor de 70 km. La clorofila también muestra un comportamiento similar, aunque el signo de la correlación es opuesto al obtenido en la TSM. Tanto la clorofila como la TSM muestran correlaciones con el rotacional y la divergencia, iguales o mayores a las que se obtienen en la correlación con

el viento. La distribución "alternada" de la correlación de la divergencia del viento con la TSM y clorofila es relacionada con la presencia de remolinos de mesoescala observados en la parte central y sur del Golfo de California.

SE22-18

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA FRENTE A LA COSTA OESTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA: MODELACIÓN NUMÉRICA

Gómez-Valdivia Felipe y Parés Sierra Alejandro Francisco
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
fgomez@cicese.edu.mx

La dinámica estacional de la circulación frente a la costa oeste de la Península de Baja California fue analizada utilizando el modelo numérico ROMS. Nuestra implementación numérica reprodujo la dinámica costera regional, la cual se caracteriza por un energético ciclo anual que domina la variación estacional de la componente superficial del Sistema de la Corriente de California. Por debajo de los ~100 m de profundidad, la circulación costera fue gobernada por el flujo hacia el norte impuesto por la Corriente Subsuperficial de California (CSC). El núcleo de este flujo se localizó principalmente entre 150 y 300 m de profundidad, donde la CSC registró velocidades promedio de ~8 cm/s. La CSC fue más intensa en Junio-Julio y Octubre-Noviembre alcanzando velocidades medias superiores a 10 cm/s. La componente semianual dominó la variación estacional de la CSC y explicó hasta el 30% de la varianza del campo de velocidad subsuperficial. El patrón de correlación de la velocidad a lo largo de la costa y el primer modo empírico de variabilidad de la CSC indican que la semianualidad subsuperficial fue generada por la propagación de ondas que viajan hacia el polo atrapadas a la costa.

SE22-19

INFERENCIA DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE CETÁCEOS A PARTIR DE LA TOPOGRAFÍA DINÁMICA ABSOLUTA DE LA SUPERFICIE DEL OCÉANO: UNA APROXIMACIÓN JERÁRQUICA BAYESIANA

Pardo Mario A.¹, Gerrodette Tim², Beier Emilio³, Gendron Diane³,
Forney Karin³, Chivers Susan³, Barlow Jay³ y Palacios Daniel M.⁴

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz

²Marine Mammal and Turtle Division, Southwest Fisheries Science Center, National
Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration

³Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz

⁴Marine Mammal Institute, Oregon State University
mpardo@cicese.mx

Inferimos las densidades poblacionales de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) y delfines comunes de rostro corto (*Delphinus delphis*) en el Pacífico Nororiental en función de la estructura física de la columna de agua, mediante el análisis Bayesiano de modelos jerárquicos. Esta aproximación nos permitió propagar la incertidumbre de las observaciones en campo hacia la incertidumbre final de las relaciones ecológicas inferidas entre las especies y las condiciones del hábitat. Nuestra hipótesis fue que las distribuciones espaciales de estas dos especies de cetáceos responden principalmente a procesos de florecimiento y somerización de la picnoclina en áreas de surgencia forzada por el viento y de circulación de remolino, respectivamente, lo cual conlleva a la agregación persistente de presas de bajo nivel trófico. Estos procesos afectan el balance termodinámico de la columna de agua, disminuyendo su volumen y por ende la altura de la topografía dinámica absoluta (TDA), que usamos como único predictor ambiental. A diferencia de otras variables colectadas por sensores remotos, la TDA nos brinda información de toda la columna de agua superior, y es también medida rutinariamente con alta resolución espacio-temporal por altímetros de satélite, con cobertura global uniforme. Nuestros modelos proveen estimaciones de densidad poblacional espacialmente explícitos para ambas especies, y son capaces de predecir agregaciones en áreas dominadas por una estructura somera, pero sub-superficial (e.g. el Domo de Costa Rica y la Contracorriente Norecuatorial). La distribución espacial de las densidades poblacionales inferidas durante El Niño sugiere que ambas especies se retraen hacia los núcleos de algunos rasgos oceanográficos que permanecen productivos, como el norte del Sistema de la Corriente de California, el norte del Golfo de California, la Contracorriente Norecuatorial y una porción más central del Sistema de la Corriente de Humboldt. Dada la drástica reubicación de las especies, proponemos que estos eventos extremos pueden representar altos costos energéticos para las poblaciones y ultimadamente afectar la sobrevivencia de los animales más vulnerables mediante la reducción de sus hábitats alimentarios.

SE22-20

CONECTIVIDAD TRIDIMENSIONAL EN LA REGIÓN NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Montaño Cortés Carolina y Marinone Silvio Guido Lorenzo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
krod2131@gmail.com

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la conectividad tridimensional entre el Norte del Golfo de California y la Zona de las Grandes Islas durante un mes representativo de verano. Para ello, la zona de estudio fue dividida en diez localidades, donde partículas infinitesimales fueron advectadas durante ocho semanas sobre un campo de corrientes tridimensional generado por el modelo numérico HAMSOM. Los resultados más importantes mostraron que el Alto Golfo (AG) fue el área con mayor retención de partículas, mientras que la localidad Norte de Isla Tiburón (NIT) presentó mayor dispersión. Las localidades que mostraron mayor tendencia a captar partículas fueron Remolino Estacional (RE) y Zona del Umbral (UM), al liberar partículas entre los 0-150 m y 150-600 m de profundidad, respectivamente. Como resultado sobresaliente, un gran porcentaje de las partículas liberadas tanto en las diferentes capas de Canal de Ballenas (CB), como en las capas superficiales de áreas que se localizan en la Región de las Grandes Islas se encontraron entre los 30-60 m de la región Remolino Estacional (RE), lo que sugiere que esta zona puede ser catalogada como región de convergencia.

SE22-21

EL APOORTE DE NUTRIENTES DEL RÍO COLORADO AL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA NO SE REQUIERE PARA MANTENER SU ECOSISTEMA PELÁGICO PRODUCTIVO

Ramírez León Mario Rafael, Álvarez-Borrego Saúl, Turrent
Cuauhtémoc, Gaxiola Castro Gilberto y Heckel-Dziendzielewski Gisela
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
mariorafel17@gmail.com

El norte del Golfo de California (NGC) es una de las regiones más productivas del golfo. Su alta producción fitoplanctónica (PP) sustenta una gran diversidad biológica y pesquerías con capturas elevadas. En la parte noroccidental del NGC se encuentra el hábitat de la vaquita (*Phocoena sinus*), el cetáceo con el mayor peligro de extinción en el mundo debido a que su población es muy pequeña (pocos cientos de individuos). El objetivo de este estudio es demostrar que el NGC se ha mantenido como un sistema sano en el nivel de los productores primarios a pesar de la falta de aporte de agua del Río Colorado y sus nutrientes, y que el tamaño pequeño de la población de la vaquita no se debe al colapso de su ecosistema pelágico. Cuando el río fluía hasta el golfo, su lengüeta llegaba sólo un poco al sur de San Felipe, pegada a Baja California, como lo describieron Lavín y Sánchez (1999) y Rodríguez et al. (2001). Con el propósito de explorar la posibilidad de una tendencia negativa de la biomasa y producción fitoplanctónicas en el NGC en las últimas décadas (~los últimos 35 años) se utilizó información deducida de sensores orbitando en satélites (CZCS, SeaWiFS y MODIS-Aqua). Se analizó la variación temporal y espacial de la temperatura superficial del mar (TSMsat), la concentración de clorofila (ChlSat) y PP. Se generaron series de tiempo para cuatro cuadrantes relativamente costeros en el NGC, dos en la parte occidental y dos en la parte oriental. El cuadrante noroccidental abarca aproximadamente el hábitat de la vaquita. La ChlSat y PP presentaron valores más altos en el cuadrante noroccidental que en el resto de los cuadrantes en ambas épocas del año, sobre todo en verano. Esto puede deberse a la advección de aguas turbias del Alto Golfo hacia el cuadrante NW por efecto de la circulación ciclónica de verano descrita por Lavín et al. (1997). Esta turbidez resulta en mayores ChlSat al transformar las radiancias de los sensores a ChlSat. Se presentaron cambios interanuales de ChlSat y PP debido al impacto de la secuencia de eventos ENSO en la región. Aunque también hubo una variación semianual, la variación estacional fue la dominante en las cuatro localidades. Los máximos de TSMsat se presentaron en agosto y septiembre (30-31°C) y los mínimos en enero y febrero (16-17 °C). Los máximos de ChlSat y PP se presentaron en marzo y abril (2-3 mg m⁻³, 2-3 g C m⁻² día⁻¹) y los mínimos en agosto y septiembre (0.2-0.9 mg m⁻³, 0.5-1.1 g C m⁻² día⁻¹). Estos valores de ChlSat y PP indican que el ecosistema pelágico del NGC es muy productivo (condiciones mesotróficas en "verano" y eutróficas en "invierno") y capaz de sustentar las poblaciones de mamíferos marinos de una forma similar a como lo hacía antes del funcionamiento de las presas en el Río Colorado.

SE22-22

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE HÁBITATS DE LARVAS DE PECES EN UN REMOLINO ANTICICLÓNICO EN UN MAR SEMI-CERRADO (GOLFO DE CALIFORNIA).

Contreras-Catala Fernando¹, Sánchez Velasco Laura¹, Lavín Miguel² y Godínez Víctor M.³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²† In Memoriam de Miguel F. Lavín (1951-2014)

³Departamento de Oceanografía Física, CICESE
fcontrerascata@gmail.com

Se realizaron transectos de CTD (a 1000 m) y estaciones de zooplankton (a 200 m en estratos de 50 m) a través de un remolino anticiclónico en el sur del Golfo de California durante Octubre de 2007; esto para determinar su influencia sobre la distribución tridimensional de los hábitats de larvas de peces. El remolino tuvo ~90 km de diámetro y ~70 m de profundidad. El hábitat de larvas de peces ubicado en el centro de remolino, presentó una mezcla de especies oceánicas y costeras, desde la superficie hasta los 200 m de profundidad. Las especies dominante fue el mesopelágico *Vinciguerria lucetia*. Las especies costero-arrecifales (*Diplectrum* sp.) y pelágico-costeras (*Auxis* spp.) se encontraron principalmente en la superficie. Esto sugiere que, debido a la estrechez relativa del golfo, el remolino atrapó larvas de peces costeras durante su formación y trayectoria hacia el sur, concentrando larvas de diferentes ambientes. Otro hábitat de larvas de peces se definió en la costa oriental; su alta abundancia de larvas y la riqueza específica fue probablemente por su asociación a la surgencia costera. Las especies de mesopelágicos (por ejemplo *Triphoturus mexicanus*) dominaron este hábitat, y las especies demersales costeras, ausentes en el remolino (por ejemplo *Symphurus williamsi*), se registraron en las capas superiores, lo que sugiere que la termoclina fue un límite vertical en este hábitat. La diferenciación tridimensional de los hábitats planctónicos fue el resultado de la hidrodinámica de mesoescala en el área de estudio, en particular, la historia de vida del remolino y sus características (radio, profundidad y velocidad), y la surgencia costera, promoviendo la retención larval de una mezcla de especies de diferentes ambientes.

SE22-23

CLIMATOLOGÍA DE UN FRENTE MAREAL Y SU RELACIÓN CON LARVAS DE PECES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Márquez Amaru¹, Sánchez Velasco Laura¹, Beier Emilio² y Godínez Víctor M.²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
tupac.marquez@gmail.com

Al sur de las grandes islas del Golfo de California, se encuentra un frente hidrográfico quasi-permanente que afecta la distribución de larvas de peces, entre otros organismos marinos. A pesar de su permanencia, se desconoce las escalas espacio-temporales que podrían influir en su variabilidad. El objetivo de este trabajo es estudiar la variabilidad del frente e inferir los efectos que podría tener sobre la distribución de larvas de peces como indicadores del ecosistema pelágico, mediante series de imágenes de satélite y observaciones puntuales in situ. Se utilizaron 13 años de datos de satélite para construir series de tiempo del campo de viento, clorofila-a y temperatura superficial del mar (SST). Se determinó el ciclo estacional mediante análisis armónico. El ciclo estacional fue sustraído del campo original para obtener los residuos que fueron analizados mediante funciones empíricas ortogonales y se detectó la posición del frente aplicando el algoritmo de Canny a datos climatológicos de SST. En los resultados se observa que la clorofila-a y la temperatura superficial presentan una marcada variabilidad transversal y longitudinal. Se identificaron zonas con alta concentración de clorofila-a en zonas costeras y en la región frontal del archipiélago, donde también se encontró el mínimo de temperatura superficial del mar. El ciclo estacional explica gran parte de la varianza total (60-70 % clorofila-a; 95-98 % temperatura). Los residuos a la estacionalidad muestran una oscilación conjunta entre las tres variables y una buena correlación del primer modo temporal con el índice Multivariado de El Niño. El algoritmo de Canny sugiere una variación en la posición del frente. De Junio-Agosto parece tener una posición paralela al eje longitudinal del golfo, mientras que de Diciembre a Abril es perpendicular. La distribución de las especies muestra tres patrones diferenciados: 1.) Distribución con límite norte en la zona del frente y extendiéndose hacia el sur de la zona de estudio, 2.) Especies distribuidas únicamente en la parte norte de la zona de estudio y 3.) especies de amplia distribución, con registros al norte y sur del frente. Además, los resultados sugieren una variación conjunta de la distribución espacial del ictioplancton y la posición del frente. Considerando los resultados, se hipotetiza que los sistemas frontales de la región de las grandes islas, limitan la distribución de algunas especies. Sin embargo, no pueden considerarse como barreras en ningún sentido.

SE22-24

HIDROGRAFIA DE LA COSTA DE NAYARIT: VARIACION ESTACIONAL DE UN TRANSECTO EN LA COSTA DE NAYARIT Y SUR DE SINALOA.

Palacios Emilio¹, Carrillo Laura², Cabrera Carlos³ y Montes Jorge³

¹Universidad de Guadalajara

²El Colegio de la Frontera Sur

³CICESE

emilio6x111@gmail.com

Se realizaron una serie de seis campañas oceanográficas de marzo de 2006 a mayo de 2008 a lo largo de un transecto que abarca de desde el sur de Sinaloa y Nayarita en dirección oblicua a la costa. Los resultados indican que existe variabilidad superficial (0-50 db) debida principalmente a forzamientos atmosféricos estacionales. Por debajo de esta capa superficial, se observa un máximo subsuperficial de salinidad que se atribuye a la masa de agua subsuperficial subtropical, que puede asociarse con la Corriente Costera Mexicana, la cual solo había sido observada directamente en verano del 2003 y 2005, aunque los resultados aquí mostrados indican que está presente en todos los muestreos, así como intrusiones de la corriente de California, siendo estas estructuras permanentes en la zona. Los muestreos del evento La Niña 2007-2008 generó una circulación sui generis, ya que durante este evento, se observó agua del Golfo de California saliendo por el lado continental (Sinaloa), lo que coincide con la circulación esquemática que ha sido sugerida, cuando se genera un giro anticiclónico en la zona de Islas Marías.

SE22-25

EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LA ZONA FRONTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU EFECTO EN LA DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE LARVAS DE PECES

Inda Díaz Emilio A.¹, Sánchez Velasco Laura² y Lavín Miguel³

¹Laboratorio de Oceanografía Biológica, Universidad Autónoma de Nayarit

²Departamento de Plankton y Ecología Marina, CICIMAR, IPN

³Departamento de Oceanografía Física, CICESE
eindad@uan.edu.mx

En este trabajo se analizó el efecto de las estructuras hidrográficas sobre la distribución tridimensional de larvas de peces en el Archipiélago Central (AC) del Golfo de California (GC) durante la fase anticiclónica INVIERNO, de mezcla y productividad máxima durante el invierno (Febrero del 2007), la fase ciclónica VERANO de fuerte estratificación en la columna de agua durante el verano (Agosto 2005), y la etapa de TRANSICIÓN entre ambas (Junio 2006), cuando la dinámica y productividad son mínimas. Durante las tres temporadas la zona de mezcla vertical y temperatura mínima sobre los umbrales mantuvo un sistema frontal con la zona sur del GC. Ésta presentó una evolución estacional en su posición, extensión y contraste térmico. La evolución del sistema frontal influyó fuertemente en la dinámica físico-biológica en la zona, debido a la presencia de ésta y otras estructuras asociadas como giros, filamentos y meandros durante las diferentes temporadas. El patrón general para todas las temporadas muestra que la posición del frente se relacionó con puntos de mayor riqueza y abundancia larvas de peces, así como biomasa de zooplancton. Se identificaron cuatro asociaciones de larvas de peces en cada temporada, resaltando por su alta diversidad y abundancia aquellas relacionadas y en coincidencia espacio-temporal con el frente, y siendo constantes la asociación de especies costeras, una de amplia distribución en la zona oceánica y de mezcla vertical, y aquella compuesta por especies del sur del GC. Los resultados de este trabajo muestran el rol fundamental del sistema frontal en la dinámica físico-biológica de del frente térmico al sur del AC, y el marcado efecto de las estructuras hidrográfica de mesoescala en el GC sobre la abundancia y diversidad de larvas, las cuales en algunas ocasiones representan hábitats larvarios específicos, mecanismos de transporte, o límites en la distribución de las asociaciones de larvas de peces.

SE22-26

EFFECTOS DE LA DINÁMICA SOBRE LA PRODUCCIÓN FITOPLANCTÓNICA Y LA BIOMASA DE FITOPLANCTON EN LA ZONA SUBTROPICAL-TROPICAL

Gómez Ocampo Eliana¹, Beier Emilio², Gaxiola Castro Gilberto¹ y Pardo Mario A.²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Unidad La Paz
eliana.gomez@gmail.com

Debido a la importancia de la dinámica sobre la disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica, se busca estimar los efectos que tienen los forzamientos sobre la producción fitoplanctónica en la zona tropical-subtropical del Océano Pacífico Oriental frente a México. Para tal fin, se plantearon varios modelos estadísticos que explican la producción primaria y la clorofila integradas en la columna de agua (hasta 100 m de profundidad), donde se tomaron en cuenta la topografía dinámica absoluta (TDA) y la profundidad de la capa de mezcla (PCM). Las propuestas

fueron realizadas usando modelos aditivos generalizados (GAMs), basados en observaciones directas de producción primaria (PPint), clorofila integrada (Clint) y variables hidrográficas obtenidas en cruceros de los programas oceanográficos IMECOCAL (1997-2012), ISFOBAC (2010 y 2012) y PROCOMEX (2000-2007) y también utilizando datos de altimetría. Los modelos basados en la TDA tuvieron una deviancia explicada (D2) de 7.2% para la PPint y D2= 11.5%, para la Clint. Los modelos basados en la PCM tuvieron una D2= 8.8% para la PPint y D2= 2.21% para la Clint, respectivamente. Los modelos aumentaron su deviancia explicada al incluir ambas variables (TDA y PCM) con D2= 13.1% para la PPint y D2= 16.1% para la Clint y sus criterios de Akaike (AIC) disminuyeron, haciéndolos modelos con mejor predicción. Se realizaron predicciones de PPint a partir de TDA para primavera de 1998, 2001 y 2002, observándose algunas diferencias debido a los cambios debidos a El Niño 1998 y La Niña 2001. Se seleccionó el año 2002 por ser un año considerado por AVISO como el año de menores anomalías en el nivel del mar. Respecto al 2002, en El Niño de 1998 se observó una disminución de la PPint tanto en la zona costera (pasando de un rango de ~ 0.8-1.2 gC m-2 d-1 a ~ 0.4-0.8 gC m-2 d-1) como en la oceánica (desde un rango de ~ 0.4-0.8 gC m-2 d-1 a uno de ~ 0.4-0.6 gC m-2 d-1), mientras que en La Niña 2001 la zona oceánica se vio ligeramente favorecida (pasó de ~ 0.4-0.6 gC m-2 d-1 a ~ 0.4-0.7 gC m-2 d-1). Los resultados de este estudio y sus futuros resultados servirán para entender el efecto de los procesos dinámicos sobre la abundancia y producción del fitoplancton.

SE22-27

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE PARALARVAS DEL COMPLEJO STHENOTEUTHIS OUALANIENSIS – DOSIDICUS GIGAS (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) ASOCIADA A LA DINÁMICA DE MESOESCALA (GOLFO DE CALIFORNIA Y PACÍFICO TROPICAL TRANSICIONAL)

Ruvalcaba Aroche Erick Daniel¹, Sánchez Velasco Laura¹, Godínez

Victor M.³, Beier Emilio⁴ y Pacheco Chávez María del Rocío²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²CICIMAR, IPN

³CICESE

⁴CICESE, Unidad La Paz
ruvalcaba.erick@uabc.edu.mx

En México *Dosidicus gigas* representa la pesquería de cefalópodos más importante; su variabilidad anual de capturas y la expansión de su hábitat histórico han generado gran interés en su estudio. Si bien se ha hecho un gran esfuerzo por comprender la biología y ecología de estos organismos, son realmente muy pocos los trabajos enfocados en los primeros estadios de su ciclo de vida y como se ven afectados por procesos de mesoescala. Con el fin de describir la distribución tridimensional de las paralarvas de *Dosidicus gigas*, y otros cefalópodos planctónicos, y su relación con la dinámica de mesoescala se realizaron dos cruceros en los cuales se muestrearon diferentes estructuras. Estas estructuras fueron previamente localizadas mediante imágenes satelitales de clorofila-a; las cuales ayudaron a trazar la red de estaciones. En cada estación se realizó un lance de CTD con sensores de oxígeno disuelto y fluorescencia hasta 1000 m y en la mayoría de las estaciones se realizaron arrastres de zooplancton en seis estratos cubriendo los primeros 200m de la columna de agua. Las paralarvas de cefalópodos fueron separadas e identificadas a nivel de complejo o especie, en el caso de los ommastrephidos, y a familia el resto de cefalópodos. Las secciones transversales mostraron la presencia de un remolino ciclónico y un frente oceánico. Debido al tamaño promedio de las larvas de *Ommastrephidae* (1.64 mm) se manejó su presencia a modo de complejos, el complejo *Sthenoteuthis* - *Dosidicus* (complejo SD) y el complejo *Ommastrephes* – *Eucleoteuthis* – *Hyaloteuthis* (complejo OEH). Se encontraron altas abundancias del complejo SD en márgenes de interacción de remolinos y en zonas frontales, asociadas a la profundidad de la termoclina. Contrastando con estudios previos que relacionan los máximos de abundancia con la temperatura superficial del mar. Se concluyó que las especies del complejo SD desovan preferencialmente en zonas de alta energía, y que la variabilidad en profundidad de la termoclina modula su posición en la columna de agua.

SE22-28

INFLUENCIA DE REMOLINOS DE MESOESCALA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA Y CLOROFILA IN SITU EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO

Cepeda Morales Jushiro¹, Gaxiola Castro Gilberto², Beier Emilio³ y Kurczyn Alejandro⁴

¹Universidad Autónoma de Nayarit, UAN

²CICESE

³CICESE, Unidad La Paz

⁴Institut des sciences de la mer de Rimouski
jushirocm@gmail.com

La elevada productividad primaria y biomasa fitoplanctónicas son a menudo asociadas con remolinos de mesoescala ciclónicos en el hemisferio norte. El pacífico oriental tropical frente a México (16 to 230N, POTM) se caracteriza por presentar alta frecuencia en remolinos de mesoescala, sin embargo poco es conocido en relación a la respuesta de la comunidad fitoplanctónica a esas condiciones dinámicas. Se analizó la influencia de remolinos ciclónicos sobre la productividad primaria in situ y la

biomasa fitoplanctónicas (estimada como concentración de clorofila) utilizando datos de cuatro cruceros oceanográficos (inicios de verano y otoño del 2005, verano del 2006 e invierno del 2007) desarrollados en el área de estudio. Además, se analizó y comparó información derivada de sensores remotos con los datos obtenidos durante los cruceros enfocados a comprender la respuesta del fitoplancton en relación a procesos de mesoescala observados durante los cruceros. Primero se identificaron los remolinos de mesoescala para la región basados en el análisis estadístico de datos de la anomalía del nivel del mar. La concentración de clorofila presentó un máximo sub superficial (0.6 to 9.0 mg m⁻³) persistente en todos los cruceros, con los valores más bajos en agosto (~0.6 mg m⁻³). Los remolinos ciclónicos observados elevaron la pincolina entre 30 a 40 m y se observó un incremento en la concentración de nutrientes (nitrato). Bajo estas condiciones, se observaron altos valores en la concentración de clorofila integrada (desde la superficial a los 100 m) en los remolinos ciclónicos identificados para junio, noviembre y marzo. Sin embargo, la productividad primaria (PP) presentó altos valores en agosto, donde se presentaron bajos valores de clorofila integrada. Más aun, bajo condiciones de circulación ciclónica se observó un efecto diferente sobre la PP, mientras que en junio y marzo los remolinos ciclónicos incrementan la PP y la clorofila, durante noviembre solo la concentración de clorofila presenta una respuesta positiva, mientras que la PP fue la más baja respecto a los otros meses. Basado en estos resultados se propone que la comunidad fitoplanctónica presenta cambios en su dominancia de especies, asociados a variabilidad estacional, lo que modifica la influencia de los remolinos de mesoescala sobre la PP y la clorofila

SE22-29

MANIFESTACIONES OCEANOGRÁFICAS DEL VERANILLO DE SAN JUAN EN LA CUENCA COLOMBIA, MAR CARIBE

Bernal Gladys¹, Beier Emilio², Montoya Raul¹, Devis Andrea¹, Osorio Andres¹ y Pelaez Daniel¹¹Universidad Nacional de Colombia, UN²CICESE

gbernal@unal.edu.co

El veranillo de San Juan es una época seca menor en la climatología de la región Caribe y norte de Sur América que ocurre entre los meses de junio y agosto. Es equivalente a la canícula centroamericana (the midsummer drought), pero en la región Caribe presenta algunas características distintivas y su ocurrencia puede estar relacionada con el alto de presión subtropical del Atlántico Norte. Además de una disminución de las lluvias, coincide con una intensificación de los vientos en el núcleo del chorro de bajo nivel del Caribe que genera cambios notorios en la climatología de las variables oceanográficas de la cuenca Colombia e incide en la ocurrencia de eventos extremos y en la respuesta estacional de esta cuenca al ENSO. En este trabajo haremos una revisión del veranillo y sus efectos en la oceanografía de la cuenca Colombia a partir de distintos trabajos realizados en la región en los últimos años con variables como vientos, olas, profundidad de la capa de mezcla, temperatura superficial del mar, evaporación, precipitación, descarga de ríos, salinidad y nivel del mar. Mostraremos entre otros, que a pesar de la intensificación que se produce en los vientos, las surgencias en la Guajira no son mayores en este período, ya que la dirección de los mismos sufre un cambio que disminuye el transporte de Ekman en la región. Y cómo durante el Niño las anomalías de temperatura superficial en el veranillo son negativas, al contrario de lo esperado.

SE22-30

RESULTADOS PRELIMINARES DEL LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO Y GEOFÍSICO DE ALTA RESOLUCIÓN DEL PISO OCEÁNICO EN LA CUENCA DE GUAYMAS – GUAYMAS14

Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q. y Canet Miguel Carles

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

cmortera@geofisica.unam.mx

Actualmente levantamientos marinos en cubos de datos magnéticos y perfiles sísmicos de alta resolución han estado aportando mayores detalles para caracterizar la evolución de las estructuras someras que se han formado en el lecho marino y su asociación con la componente biológica que se desarrollan dentro de sus estratos. Bajo estos conceptos generales, en 2014 se ha llevado a cabo muestreo geológicos y de registros geofísicos en la Cuenca de Guaymas. La campaña GUAYMAS14 a bordo del BO EL PUMA se llevo a cabo recientemente para completar la documentación a detalle del relieve batimétrico, la estratificación del subsuelo y la geometría de las anomalías magnéticas asociadas a los intrusivos en el subsuelo marino de la cuenca para estudiar la relación de los flujos termogénicos asociados a las intrusiones magmáticas en las formaciones sedimentarias y para muestrear sedimentos someros para estudiar los factores bio-geogénicos que interactúan en el lecho marino en cuatro áreas de los sitios que han sido propuesto dentro del programa internacional del Incorporated Ocean Drilling Program (IODP). Esta propuesta sometida al IODP con título: "Guaymas Basin & Sonora Margin: Feedbacks between continental rifting, magmatism, sedimentation, climate history, thermal alteration of organic matter, and microbial activity" por investigadores nacionales (UNAM y CICESE) en colaboración con investigadores de los E.U.A., está basada en el reconocimiento que el magmatismo no está confinado al centro de esparcimiento, pero distribuido extensivamente en la Cuenca de Guaymas,

pensamiento que se está considerando en los modelos para entrapamiento natural de carbono, formación de corteza oceánica y generación de vida en el subsuelo en las cuencas marginales del este rift. En particular, el magmatismo ampliamente distribuido está afectando la fracción de sedimentos enriquecidos de materia orgánica, los cuales están sujetos a alteración térmica y asociados a la liberación de carbono a distancia del eje de la cuenca, y así potencialmente sustentar poblaciones de microorganismos en el subsuelo oceánico. El lecho de la Cuenca de Guaymas es un centro activo (rift) de esparcimiento oceánico cubierto por una gruesa capa de sedimentos que intrusiones magmáticas cortan estos sedimentos produciendo derivados orgánicamente que son alterados termogénicamente, dominados por el metano y CO₂, y liberados en el océano y ultimadamente a la atmósfera. Se carece del conocimiento, que tan distante del eje del rift estos procesos persisten. Recientemente datos obtenidos en la Cuenca ha provisto de evidencias indirectas que hay intrusiones magmáticas entre los sedimentos no consolidados y que se extiende a decenas de kilómetros del centro de esparcimiento de la Cuenca de Guaymas. Entonces el trabajo marino propuesto involucro técnicas que aportaran imágenes de retrodispersión acústica (back scatter) del relieve batimétrico, perfiles sísmicos de alta resolución, mediciones del campo magnético y de flujo de calor. Si nuestra hipótesis es correcta, entonces se espera ver estructuras de ventilas y comunidades biológicas en el lecho que se extiendan a distancia del rift de la cuenca de Guaymas, con la implicación que el flujo de carbón desde esta cuenca es mucho más grande que el que se cree actualmente.

SE22-31

EFFECTO DE LA MEZCLA VERTICAL SOBRE LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE NUTRIENTES INORGÁNICOS EN LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Torres Delgado Vanessa, Delgadillo Francisco, Camacho Ibar Víctor, Huerta Díaz Miguel Angel, Segovia Zavala José Antonio y Hernández Ayón Martín

Universidad Autónoma de Baja California, UABC

euvantd@hotmail.com

Con el objetivo de estudiar el efecto que ejerce la mezcla vertical sobre la distribución vertical de los nutrientes inorgánicos (NO₃, PO₄ y Si(OH)₄), se realizaron tres cruceros oceanográficos en la Región de las Grandes Islas (RGI) del Golfo de California (GC) durante el invierno de 2002, primavera de 2003 y verano de 2004. En cada estación, se colectaron muestras de agua para el análisis de nutrientes usando botellas Niskin de 5 L de capacidad montadas en una roseta y al mismo tiempo, se obtuvieron perfiles de temperatura y salinidad con un CTD. Se utilizó el parámetro de estratificación (ϕ) como una medida de la intensidad de la mezcla vertical. En general, el efecto de la mezcla vertical se manifestó aumentando la concentración promedio de nutrientes en la capa superficial y tornando verticalmente homogéneos los perfiles. Además, durante los tres cruceros emergió un patrón espacial definido, con las concentraciones de nutrientes más altas en la zona de los umbrales y las menores al norte y sur de las Grandes Islas. En invierno se registraron las mayores concentraciones promedio de nutrientes integrados en los primeros 100 m ($18.9 \pm 0.5 \mu\text{M}$ de NO₃; $2.4 \pm 0.1 \mu\text{M}$ de PO₄ y $37.7 \pm 1.3 \mu\text{M}$ de Si(OH)₄) en la zona de los umbrales asociados a condiciones de mezcla intensa ($\phi = 0.7 - 20 \text{ J m}^{-3}$). En contraste, en verano se observaron las concentraciones integradas más bajas ($9.3 \pm 0.6 \mu\text{M}$ de NO₃; $1.4 \pm 0.1 \mu\text{M}$ de PO₄ y $18.1 \mu\text{M} \pm 1.6$ de Si(OH)₄) al sur de los umbrales bajo condiciones de estratificación de la columna de agua ($\phi = 200 - 350 \text{ J m}^{-3}$). El análisis hidrográfico sugiere que el enriquecimiento superficial de nutrientes en invierno se debe a la intensificación de la mezcla de la columna de agua, la cual transporta verticalmente el Agua Subsuperficial Subtropical –rica en nutrientes– hacia la capa superficial de la RGI. En contraste, el empobrecimiento durante el verano se debe a que el consumo por la actividad biológica se combina con la estratificación de la columna de agua, la cual reduce el flujo vertical del agua subsuperficial y, en consecuencia, la introducción de nutrientes hacia la superficie. El análisis de las razones N:Py Si:N y un exceso PO₄ ($>0.60 \mu\text{M}$) indican que el agua de la RGI está relativamente empobrecida en NO₃ debido al transporte de agua subsuperficial desnitrificada desde la región sur del GC. Estos niveles bajos de NO₃ combinado con el exceso de PO₄ y las altas temperaturas registradas en las aguas superficiales de la RGI durante el verano, podrían permitir el desarrollo de especies fitoplanctónicas fijadoras de nitrógeno y mantener de esta manera la alta productividad primaria que caracteriza a esta provincia oceanográfica del GC.

SE22-32

INCORPORATING MARINE CONNECTIVITY INTO FISHERIES AND CONSERVATION UNDER STRONG ASYMMETRY OF SEASONALLY REVERSING GYRES IN NORTHERN GULF OF CALIFORNIA

Munguía-Vega Adrian¹, Marinone Silvio Guido Lorenzo², Cudney-Bueno Richard³, Turk-Boyer Peggy⁴, Castillo-Lopez Alejandro⁵ y Torre Jorge⁶

¹Coordinación de Ciencia PANGAS, PANGAS-COBI

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

³University of Arizona

⁴Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos A. C.

⁵Pronatura Noroeste A.C.

⁶Comunidad y Biodiversidad A. C.
aldrrian@email.arizona.edu

Many guidelines exist for designing marine reserve networks, but is unclear how or if they can be universally applied. In the Northern Gulf of California, a counter-clockwise gyre during spring-summer is reversed during fall-winter, questioning how ecological processes are shaped by strong asymmetric currents, where reserves should be located and what exactly they will protect. We combined oceanographic models to generate hypotheses of larval connectivity with empirical validation via population genetics in multiple invertebrates and fish targeted by small-scale fisheries. Our results corroborate that populations show characteristic gradients of effective population size, larval dispersal and genetic diversity in relation to the direction of the predominant flow, and highlight that different life histories have distinct dynamics. Species reproducing on different phases of the gyre show similar patterns but arranged as mirror images. Prioritizing upstream source populations important for fisheries could select for low genetic diversity. Heavily fished areas seem to be sustained by high levels of local retention and/or contribution of larvae from many upstream sites. Benefits from reserves are spatially biased in one direction and some fishing localities might not benefit from nearby reserves but might depend on distant sites located upstream. The asymmetry in the flow conveys multiple challenges in aligning fisheries and conservation of ecosystems under climate change.

SE22-33 CARTEL

MESOSCALE EDDIES RECORD FROM MICROFOSSILS IN THE EARLY PLIOCENE CARMEN FORMATION, MONSERRAT ISLAND, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Carreño Ana Luisa¹, Ledesma Vázquez Jorge², Hernández Pérez Cindy Fabiola³ y Gío Argáez Frank Raúl⁴

¹Instituto de Geología, UNAM

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Facultad de Ciencias, UNAM

⁴Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
anacar@geologia.unam.mx

A stratigraphic section in Monserrat Island, BCS, yielded abundant moderate to well preserved benthic foraminifers, rare planktonic foraminifers, calcareous nannoplankton, and ostracods. The relative age based on both planktonic microfossils, situates the base of the section in the uppermost Miocene to Lower Pliocene and the top in the upper Zanclean around 5.06-3.3 Ma. The small sized benthic foraminifer assemblage is dominated by *Bolivina* seminuda, *Brizalina* subadvena and *B. interjuncta* species characteristic of low oxygen-related biofacies where the absence of heavily calcified fauna suggests that oxygen concentration of the bottom water was <0.3 mL/L. The presence of abundant pristine foraminifer tests of foraminifers characteristic of an upper bathyal biofacies such as *Planulina* ornata, along with features considered as adaptations to low oxygen conditions, it is proposed that the upper limit of the oxygen minimum zone was shallow, probably around 150 m of water depth. One very plausible scenario for such water mixing, is to consider the presence of mesoscale eddies in the southern Gulf of California, active since the early Pliocene, since cyclonic eddies have been measured up to 450–550m deep as described by Lavín et al (2013). The same authors measured isotherms and isopycnals presented doming in the central part of the section from ~700m and up to ~60 m. The maximum lifting of isotherms (~75m) occurred between 150 and 350m, in the observations made in the southern Gulf of California made by Lavín et al (2013).

SE22-34 CARTEL

DESARROLLOS COMPUTACIONALES EN EL GRUPO DEL DR MIGUEL LAVÍN

Cabrera Carlos¹, Lavín Miguel² y Beier Emilio³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²CICESE

ccabrera@cicese.mx

Se presentan un conjunto de aplicaciones computacionales desarrolladas como producto de la iniciativa y necesidad del grupo de circulación y dispersión costera liderado por el Dr. Miguel Lavín. Durante la última década el trabajo científico en el grupo provocó un cambio en las tareas computacionales, al dirigirse hacia el uso de datos satelitales e instrumentación científica avanzada. Esto provocó el

desarrollo de una serie de aplicaciones programáticas muy útiles tanto para el área de la oceanografía física como la biología, incluso llevando al cambio del paradigma tradicional de hacer cruceros oceanográficos. Los desarrollos computacionales son: 1) Sistema de Monitoreo del Océano cercano al tiempo real; 2) Dos aplicaciones para generar series de tiempo (promedios) de temperatura superficial del océano y clorofila _a; 3) Desarrollo de una aplicación para el diseño de cruceros; 4) Desarrollo de una aplicación interactiva para la limpieza, control de calidad y análisis de datos de los ADCP RDI; 5) Rutinas computacionales para procesar datos de derivadores ARGOS y GlobalStar; y 6) SeaExplorer glider, el piloto y visualización cercana al tiempo real de los datos.

SE22-35 CARTEL

ON THE CONDITIONS OF THE 2012 CANNONBALL JELLYFISH (STOMOLOPHUS MELEAGRIS) BLOOM IN THE UPPER GULF OF CALIFORNIA. A FISHERY OPPORTUNITY?

Giron Nava Jose Alfredo¹, Aburto Oropeza Marco Octavio¹ y López Sagastegui Catalina²

¹Scripps Institution of Oceanography

²University of California Riverside
jgironna@ucsd.edu

In 2012, a massive bloom of *Stomolophus meleagris* occurred in the Upper Gulf of California (UGC), allowing fishermen from the region to land approximately 20000 tons. In 2013 this event did not take place and locals lost millions of dollars in infrastructure and equipment. There were analyzed the oceanographic conditions that allowed this massive bloom to occur and there was found that it was the result of a combination of 1) phytoplankton plume that provided food at the spawning grounds in Guaymas, Sonora, 2) adequate range of temperatures for strobilation and survival of this species, 3) northward current that advected the recently spawned organisms and 4) proper oceanographic conditions in the UGC for their survival. It is stated that fishermen need to be careful about trying to establish fisheries on resources that are generated as massive blooms, especially when the communities on the region rely so heavily on marine resources.

SE22-36 CARTEL

ECOLOGÍA DE COCOLITÓFOROS PARA LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

García-Romero Felipe¹, Sidón Ceseña Karla², Cortés Martínez Mara Yadira³, Bollmann Jörg⁴ y Aguirre Bahena Fernando⁵

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, Departamento de Oceanología

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

³Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

⁴Department of Earth Science, University of Toronto
fjgarcia87@hotmail.com

Los cocolitóforos (? 20 ?m) son organismos autótrofos unicelulares que habitan la zona fótica de todas las aguas marinas y junto con diatomeas y dinoflagelados son uno de los principales grupos de productores primarios. Se consideran excelentes indicadores de masas de agua y características ambientales debido a su sensibilidad a los cambios de temperatura, salinidad y concentración de nutrientes entre otros. Con el objetivo de conocer la estructura de la comunidad, sucesión de especies y su relación con las características ambientales, se colectaron muestras de la columna de agua en dos localidades de las costas de Baja California Sur. En el Golfo de California (Cuenca Alfonso, en la Bahía de La Paz) la zona de muestreo está influenciada por un ambiente tipo Monzón mientras que en el Pacífico Mexicano (la zona adyacente a Bahía Magdalena, Puerto San Carlos) se encuentra influenciada por surgencias costeras. Las muestras fueron filtradas en membranas núcleopore ® (0.8 µm) y se observaron con un microscopio electrónico de barrido. Adicionalmente, se tomaron datos de CTD y se descargaron datos de índice de surgencias, Clorofila _a y temperatura superficial del mar para caracterizar las condiciones oceanográficas. En Cuenca Alfonso se registraron un total de 61 especies, con altos valores de diversidad (>2, Shannon-Weaver) y riqueza (15 especies) a finales de verano y otoño, con altos valores (100%) de dominancia en invierno. En la zona adyacente a Bahía Magdalena se registró el mayor número de especies de ambas localidades (94), con altos valores de diversidad (2.7, Shannon-Weaver) y una riqueza de especies mucho mayor que en la Cuenca Alfonso (43) en otoño-principios de invierno. A diferencia de la Cuenca Alfonso, en el área cercana a Bahía Magdalena la dominancia fue elevada en primavera-verano. Las densidades celulares fueron más elevadas en Cuenca Alfonso, donde se registró una densidad máxima de 126X103 C/L a finales de invierno. Mientras que en el Pacífico los valores máximos fueron de 65X103 Cel/L y 67X103 Cel/L antes y durante el periodo de la surgencia. A pesar de estas diferencias, se observó que en ambos sitios las principales especies dominantes fueron *Emiliania huxleyi* y *Gephyrocapsa* oceánica. Otras taxa importantes fueron el grupo de las Florisphaeras, indicador de altas concentraciones de nutrientes así como la familia Papposphaeraceae, un taxa poco calcificado asociado a aguas subpolares. Para ambos sitios, la estructura de la comunidad respondió a los cambios oceanográficos, mostrando una mayor dependencia a los cambios de temperatura que a la salinidad.

Sesión Especial

General

Organizador:
Noel Carbajal Pérez

SE23-1 CARTEL

**LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO
URBANO EN MEXICO: BUENAS
PRÁCTICAS O BORRÓN Y CUENTA NUEVA**

Mitre Salazar Luis Miguel y Martínez Reyes Juvenino
Centro de Geociencias, UNAM
conejoloveland@gmail.com

La transformación profunda del orden urbano en nuestro país, se manifiesta no sólo en la relación conflictiva entre espacio ciudadanía e instituciones. Recientemente ha surgido la necesidad y obligación de llevar a cabo diversos estudios enfocados al conocimiento del medio físico, como base fundamental de un desarrollo urbano seguro y sustentable, teniendo como una acción novedosa el significado cambiante de los lugares donde habita la gente y donde se construyen o debilitan los lazos sociales, sino también las tensiones de carácter social. Sin embargo, estas buenas acciones y deseos no se han podido concretar resultados útiles para la sociedad en su conjunto, que ofrezcan a la población seguridad y calidad de vida. Analizando de manera superficial estos esfuerzos, saltan a la vista innumerables ejemplos de que muestran de que lo que se esta llevando a cabo en realidad, no esta sustentado por una planificación urbana ordenada, apoyándose en el pasado, para tener un adecuado presente y asegurar el futuro urbano, acotada por el conocimiento de los limites propios que aportan los componentes del medio físico. En el entorno urbano, el ambiente físico natural constituye un factor indispensable en la evaluación de la calidad de vida, con el mismo peso que se le otorga a la vivienda, los servicios básicos y la seguridad personal. De esta manera, existirá un mayor o menor grado de bienestar personal y en grupo, dependiendo directamente de la satisfacción que tenga la población de un ambiente saludable y armónico. Históricamente, los esfuerzos de administraciones anteriores en los tres niveles de gobierno, diseñados y enfocados aparentemente a crear ciudades equilibradas, con capacidades limitadas para ofertar a la ciudadanía resultados tangibles, al parecer no aportaron lo necesario para que la población tenga actualmente una mejor calidad de vida. Evidentemente, las administraciones presentes (al igual que las pasadas) ignoran la estructuración, diseño y puesta en operación de los Programas de Ordenamiento Ecológicos y los intentos presentes en la planificación urbana, ignorando con ello, lo hecho en el pasado. Las acciones de planificación actuales, al término de administraciones gubernamentales en la mayoría de las veces se "analizan" superficialmente ignorando las virtudes o la ineficiencia de las acciones, y proponiendo "soluciones" al corto, mediano y largo plazo. Es necesario tener en cuenta que uno de los objetivos rectores de la prioridad de Desarrollo Social y Humano, plantea entre sus estrategias mas importantes, la necesidad de armonizar el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, fomentando con ello el equilibrio de las regiones del país con la participación del gobierno y de la sociedad civil.

Sesión Especial

Conferencias plenarias

Organizador:

Tereza Cavazos

SE24-1

INTERACCIÓN DEL VIENTO SOLAR CON LA MAGNETOSFERA TERRESTRE.

Blanco Cano Xóchitl
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
xbc@geofisica.unam.mx

La interacción del viento solar con el campo geomagnético deforma el campo de nuestro planeta formando una cavidad llamada magnetosfera. Esta cavidad nos protege de la llegada directa de partículas solares. Las propiedades del viento solar son modificadas antes de su llegada a la magnetosfera en las regiones de anteochoque, choque y magnetofunda. En esta plática discutiremos las características principales de estas regiones que están permeadas por ondas electromagnéticas, eventos transitorios y partículas supertérmicas. Estas estructuras calientan y desaceleran al viento solar. Además, algunas de ellas pueden propagarse hasta la magnetopausa causando perturbaciones en el campo magnético terrestre. También hablaremos de cómo la actividad solar puede modificar dicho campo cuando choques interplanetarios y eyecciones solares interactúan con él, causando eventos de clima espacial como tormentas geomagnéticas.

SE24-2

OCEANOGRAFÍA EN AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO: APRENDIZAJES Y RETOS DE UNA CIENCIA EN EXPANSIÓN.

Pérez Brunius Paula
Departamento de Oceanografía Física, CICESE
brunius@cicese.mx

El objetivo de esta charla es dar una visión sobre el desarrollo de la oceanografía en aguas territoriales del golfo de México profundo. El enfoque principal será en los procesos físicos que se presentan en este cuerpo de agua, aunque también se hablará de algunos aspectos biológicos y químicos del gran ecosistema del golfo de México. Además de dar a conocer parcialmente el estado actual del conocimiento oceanográfico de esta región, también se hablará de cómo ha evolucionado la manera en que se financia y se realiza la ciencia en este vasto mar, debido principalmente al creciente interés de la industria petrolera en la exploración y explotación de recursos en aguas profundas mexicanas. Hace 10 años la oceanografía en aguas profundas era considerada ciencia básica, y los recursos destinados a esta rama eran relativamente bajos. Sin embargo, ahora se considera una pieza clave para la industria costa afuera, tanto para las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos, como para los planes de acción ante contingencias por derrames de petróleo. Gracias a ello, han surgido nuevas fuentes de financiamiento por parte de la industria petrolera, tanto de manera directa, como por la formación de fondos destinados a desarrollo científico y tecnológico específicos, como lo es el fondo sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos. La necesidad de dar resultados científicos y de servicio inmediatos en proyectos con requerimientos de instrumentación, cómputo, recursos humanos y económicos ordenados de magnitud superiores a los proyectos de ciencia básica que generalmente sufragan la investigación de la comunidad oceanográfica nacional, ha resultado en diversos retos administrativos y logísticos. La premura con la que se está intentando llenar el gran vacío en el conocimiento de este mar, síntoma del desinterés que históricamente se había tenido en formentar dichos estudios en el pasado, ha hecho evidente entre otras cosas la necesidad de hacer disponibles los datos de proyectos financiados por la industria, de incrementar la colaboración con EUA y Cuba, y de homogeneizar, homologar y conjuntar las bases de datos existentes y futuras. También ha tenido como resultado incentivar la formación de grupos de investigación interdisciplinarios y multi-institucionales, con gran potencial para la generación de conocimiento, la formación de recursos humanos especializados y la creación de empresas mexicanas de servicios y desarrollo de tecnología costa afuera.

SE24-3

SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: LOGROS, RETOS Y PERSPECTIVAS

Pérez-Campos Xyoli¹ y Servicio Sismológico Nacional Personal del²
¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²Servicio Sismológico Nacional, UNAM
xyoli@geofisica.unam.mx

El Servicio Sismológico Nacional (SSN) fue creado en 1910, cuando por decreto presidencial se le encomendó la tarea de reportar la sismicidad del país. Fue a finales del siglo XX cuando con la modernización de la tecnología se instaló la Red de Banda Ancha. Desde entonces, la red ha crecido para tener una cobertura nacional y lograr una detección mínima de sismos con magnitudes superiores a 3.8. Esta cobertura también se ha logrado gracias a la colaboración de otras instituciones que contribuyen con datos de sus estaciones a esta tarea. Además, otras redes han pasado a cargo del SSN, como lo son la Red Sismológica del Valle del México y la Red de GPS. Los datos generados por el SSN han sido fundamentales en

estudios de sismos nacionales, así como estudios de estructura y han permitido la identificación de fenómenos importantes en la evaluación del peligro y del riesgo sísmico. Es de interés del SSN que los datos sean usados más ampliamente, para ello se está trabajando en formas de aumentar su disponibilidad y accesibilidad. Los retos principales del SSN son por un lado, el disminuir el nivel de detección a nivel nacional, con la colaboración estrecha con otras instituciones, y por el otro, ser el estándar de información sismológica en México, esto implica desde el control de calidad de los datos que en él se generan, la homologación de su catálogo, la incorporación de nuevas metodologías y el suministro de nuevos productos sismológicos.

SE24-4

LAS POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN DEL ESTADO MEXICANO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Martínez Arroyo María Amparo
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC
marrollo@inecc.gob.mx

El Cambio Climático es un tema que requiere la toma de decisiones a nivel de políticas públicas nacionales, regionales e internacionales, así como una organización institucional que permita llevarlas a cabo. En este contexto, las estrategias nacionales para hacer frente al cambio climático tienen entre sus puntos fundamentales el desarrollo de investigación científica y tecnológica que genere conocimientos, metodologías y el desarrollo de herramientas teóricas y prácticas, capaces de abarcar tanto la transversalidad del tema como su especificidad en algunas áreas. En esta charla se exponen y discuten las políticas de investigación que se están planteando desde el estado mexicano y las posibles formas de interacción y puentes necesarios entre éste y la academia, particularmente en los temas geofísicos, con el fin de entablar un intercambio de opiniones.

SE24-5

HISTORIA TECTÓNICA DE LAS PLACAS OCEÁNICAS AL OESTE DE MÉXICO

Stock Joann Miriam
California Institute of Technology, Caltech
jstock@gps.caltech.edu

Esta plática presenta una compilación nueva de datos gravimétricos, batimetría de multihaz, batimetría normal, y anomalías magnéticas (de satélites y de cruceros) para definir las estructuras claves en las placas oceánicas al oeste de México. La idea es entender mejor cuáles son las características de la placa Cocos en la zona de subducción para compararlo con variaciones en el volcanismo de arco en la placa superior (Norteamérica) y variaciones estructurales en la placa subducida. El área de estudio incluye la parte septentrional de la placa de Cocos, con la dorsal de Tehuantepec como límite meridional. También incluye la corteza equivalente en la placa del Pacífico hasta el oeste de la dorsal Mathematician y con su límite meridional en la zona de fractura de Clarión. Se ve claramente la provincia joven de dispersión entre Pacífico y Cocos formado por la dorsal del Pacífico Oriental, con sus límites en las fosas de Moctezuma y Manzanillo. La batimetría multihaz fue analizada automáticamente para calcular una malla de valores de profundidad, rumbo, y echado de la superficie, con resolución de 200 m, 300 m, y 400 m. El procesamiento quita las señales de rasgos circulares como montes marinos, para mejor destacar estructuras lineales y con más alta inclinación, como colinas abisales, escarpes de falla, y fallas transformantes y/o zonas de fractura. Resultados de lineamientos batimétricos con generalmente similares a esta tres escalas. Se ve claramente la provincia joven de dispersión entre Pacífico y Cocos formado por la dorsal del Pacífico Oriental, con sus límites en las fosas de Moctezuma y Manzanillo. La zona de fractura de Orozco queda enteramente dentro de esta provincia de corteza más joven, y no llega ni a la fosa de Manzanillo ni a la trinchera mesoamericana. Dado que no existe en la placa subducida, no se puede usarla para explicar cambios tectónicos ni geoquímicos encima de la placa subducida. Igual para la zona de fractura O'Gorman, que Kanjorski (2003) ya mostró que tampoco llega a la zona de subducción. Una provincia de colinas abisales y anomalías magnéticas con rumbo E-W a ENE-WSW se reconoce en un bajo batimétrico entre la dorsal de Mathematician y la fosa de Moctezuma. Esta provincia de piso oceánico más viejo se acorta abruptamente por la fosa de Moctezuma, sugiriendo que su contraparte está al este de la fosa de Manzanillo y posiblemente entrando en la zona de subducción de la trinchera actual. Los primeros modelos de esta zona salieron en los años '80, basados en batimetría de aquel entonces, porque no existían datos de satélite ni mucha batimetría multihaz. Aunque muchos de los rasgos anteriormente definidos fueron interpretados correctamente, se ve que otros son completamente diferentes a lo que se había interpretado antes. En particular hay una zona donde los rasgos batimétricos anteriormente se consideraban zonas de fractura y ahora se ve claramente que son colinas abisales, sugiriendo un patrón más complicado de corteza en la placa subducida de Cocos.

SE24-6

ENERGÍA, ECONOMÍA Y AMBIENTE: NUEVOS PARADIGMAS EN EL SIGLO XXI

Ferrari Luca
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
luca@unam.mx

El sistema energético global es intrínsecamente insustentable debido a su extrema dependencia de fuentes no renovables como los combustibles fósiles (81% del suministro de energía). El crecimiento continuo que ha ocurrido a partir de la Revolución Industrial se debe a la explotación de esta herencia geológica finita, procedente de la energía solar que ha llegado al planeta en millones de años convertida en energía química concentrada gracias a los procesos tectónicos globales. Sin embargo el petróleo de mejor calidad, mas fácil de extraer y mas barato se descubrió en la segunda mitad del Siglo XX y ha sido ya consumado en su mayoría. De hecho la producción de petróleo convencional llegó a su máximo a mediados de la década pasada, cuando el declive de los campos gigantes ya maduros no pudo ser compensado por los nuevos campos cada vez mas pequeños que entraban en producción. Esto provocó un incremento espectacular del precio del crudo (400% entre 2004 y 2008) y el comienzo de la explotación del petróleo y gas no convencionales (petróleo y gas de lutitas - gas shale y tight oil) por medio de la fractura hidráulica (fracking). Aunque presentada como una "revolución energética" la explotación del petróleo y gas de lutitas se caracteriza por una muy baja productividad y rápido declive, que se traduce en altos costos de producción, menor ganancia energética y mayor impacto ambiental. El notable incremento de la producción de gas y petróleo no convencional de Estados Unidos a partir de 2008 solo ha sido posible a costa de mucha deuda y la frenética perforación de decenas de miles pozos en pocos años, pero se estima que tocará su máximo a mediados de 2015 y que le seguirá un decremento igualmente rápido. La expansión de la economía global de las últimas décadas se ha basado en energía barata en cantidades continuamente crecientes. Esta era ha llegado a su fin, como lo demuestra la falta de crecimiento económico global, a pesar de todos los "estímulos" de corte keynesiano, y las numerosas crisis geopolíticas producto de la lucha por los recursos remanentes. Mientras tanto la población mundial, el consumo de recursos naturales, la contaminación y la sobre-explotación de los ecosistemas sigue creciendo. La convergencia de las crisis energética, ambiental y económica de principio del Siglo XXI impone un cambio al paradigma del crecimiento perpetuo, que ha dominado el pensamiento económico de los últimos dos siglos. El cambio debe plantear un uso mas sabio de las fuentes de energía fósil que quedan, dejando de estimular el consumismo para redirigir la economía hacia las necesidades esenciales de la población (educación, salud, seguridad alimentaria, protección del medio ambiente) e instrumentar la transición hacia una sociedad post-petrolera, que debe necesariamente sujetarse a la menor disponibilidad energética que provén las energías renovables.

Índice de Autores

¿erný Jan	SE09-5	192	Allen Theodore	SE02-17 CARTEL	162
Abadi Azar Mohammad	CCA-23	22	Allende-Arandía Ma. Eugenia	SE20-8	234
Abdelmadjid Dobbi	CCA-33 CARTEL	24	Almaguer-Martínez Francisco Javier	GEOQP-9	87
Abdullin Fanis	GET-19 CARTEL	65	Almanza Tovar Oscar Guadalupe	GEOH-17 CARTEL	54
Abdullin Fanis	GEOQP-7	86	Almeida Vega Margarita	GEOD-11 CARTEL	49
Abdullin Fanis	GEOQP-8	86	Alonso José Luis	EG-23	34
Abdullin Fanis	SED-19 CARTEL	133	Alonso Manuel Fausto	GEOQP-1	85
Abella Gutiérrez Jose Luis	SE04-4	168	Alonso Pablo	OCE-18 CARTEL	107
Abella Gutiérrez Jose Luis	SE18-1	229	Alonso Pablo	SE13-8	212
Aburto Alixbeth Daniela	AR-37 CARTEL	10	Alonso Paulino	SE11-2	201
Aburto Oropeza Marco Octavio	SE22-35 CARTEL	248	Alonso Paulino	SE11-13 CARTEL	203
Acatitlán Bautista Magdalena	EG-53 CARTEL	40	Alpuche Solís Ángel Gabriel	SE18-6	230
Acevedo Acosta Juan David	OCE-13	106	Alva Niño Efrain	RN-2	114
Acosta Alejandro	GEOPAL-7	79	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-1	78
Acosta Graciano Joel David	GEOQP-35 CARTEL	93	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-22 CARTEL	82
Acosta Guillermo	AR-2	2	Alva Valdivia Luis Manuel	SE12-12 CARTEL	209
Acosta Guillermo	AR-16	5	Alva-Pacheco Juan Carlos	MSG-30 CARTEL	102
Acosta Guillermo	AR-36 CARTEL	10	Alvarado Graef Patricia	OCE-16	107
Acosta Guillermo	AR-37 CARTEL	10	Alvarado-Olmeda Juan Artemio	MSG-20 CARTEL	100
Acosta Guillermo	GEOPAL-19 CARTEL	82	Alvarado-Olmeda Juan Artemio	MSG-21 CARTEL	100
Acosta José	SIS-6	137	Álvarez Nieves José Manuel	VUL-33 CARTEL	153
Adams David	CCA-3	18	Álvarez Oscar	CS-12 CARTEL	15
Adams David	SE01-3	155	Álvarez Oscar	CCA-46 CARTEL	27
Adams David	SE01-11	156	Álvarez Oscar	CCA-47 CARTEL	27
Adams David	SE03-2	164	Álvarez Oscar	RN-31	121
Adams David	SE03-4	164	Álvarez Román	GET-1	61
Adams David	SE03-9	165	Álvarez Román	GET-22 CARTEL	66
Adams David	SE03-10	165	Álvarez Román	VUL-9	147
Adams David	SE11-1	201	Álvarez Sánchez Luis Gustavo	OCE-23 CARTEL	108
Adriano Cristina	AR-24	7	Álvarez Teodoro	SE20-28 CARTEL	239
Adriano Cristina	AR-32 CARTEL	9	Álvarez Torres Claudia	CS-2	13
Adriano Cristina	AR-36 CARTEL	10	Álvarez del Castillo Alejandra	GET-11	63
Adriano Cristina	AR-37 CARTEL	10	Álvarez-Borrego Saúl	SE22-21	245
Aguayo Rios Alejandra	GGA-19 CARTEL	73	Amaro Martinez Raymundo Eric	SE05-8 CARTEL	176
Aguayo Rios Alejandra	GGA-20 CARTEL	74	Andrade Mascote Ernesto	FE-12	44
Aguayo Rios Alejandra	GGA-21 CARTEL	74	Angulo Joel	SIS-7	138
Aguayo Rios Alejandra	GGA-22 CARTEL	74	Antayhua Yanet	SIS-7	138
Aguayo Rios Alejandra	VUL-7	147	Antonio Arturo	GEOH-19 CARTEL	55
Aguilar Anaya Diego Armando	GET-24 CARTEL	66	Antonio-Carpio Ricardo G.	SE06-6	180
Aguilar Carboney Jorge Alfredo	RN-3	114	Apango-Figueroa Ethel A.	SE22-4	241
Aguilar Melo Valentina	AR-6	3	Appendini Christian	SE20-15	236
Aguilar Melo Valentina	AR-10	4	Appendini Christian	SE20-24	238
Aguilar Mora Araceli	GEOH-21 CARTEL	55	Appendini Christian	SE20-26 CARTEL	238
Aguilar Reyes Bertha Oliva	CS-15 CARTEL	16	Appendini Christian	SE20-27 CARTEL	238
Aguilar Téllez Dulce María	AR-6	3	Aragón González Jesús	SE20-21	237
Aguilar Téllez Dulce María	AR-8	3	Arámbula-Mendoza Raúl	VUL-11	148
Aguilar-Madera Carlos Gilberto	MSG-20 CARTEL	100	Arámbula-Mendoza Raúl	VUL-31 CARTEL	152
Aguilar-Madera Carlos Gilberto	MSG-21 CARTEL	100	Arana Medina Anibal I	GEOD-4	47
Aguilar-Rodríguez Ernesto	FE-1	43	Aranda Gómez Jorge Jorge	GET-18 CARTEL	65
Aguilar-Rodríguez Ernesto	FE-10	44	Aranda Gómez José Jorge	GET-2	61
Aguillón Robles Alfredo	AR-12	4	Arango Galván Claudia	EG-44 CARTEL	38
Aguiñiga García Sergio	SE15-13	222	Arango Galván Claudia	GEOH-2	51
Aguirre Alfredo	SE11-6 CARTEL	202	Arango Galván Claudia	SE06-1	179
Aguirre Bahena Fernando	OCE-2	104	Arango Galván Claudia	SE06-5	179
Aguirre Bahena Fernando	SE22-36 CARTEL	248	Arango Galván Claudia	SE09-12	193
Aguirre Díaz Juan Pablo	EG-4	29	Arango Galván Claudia	SE18-2	229
Aguirre Díaz Juan Pablo	EG-36 CARTEL	37	Arango Galván Claudia	SE06-4	179
Aguirre Díaz Juan Pablo	MSG-23 CARTEL	100	Araujo Ortiz Claudia Celeste	RN-42 CARTEL	124
Aguirre Díaz Juan Pablo	SE18-5	230	Arce Saldaña José Luis	GEOPAL-22 CARTEL	82
Aguirre González Jorge	RN-3	114	Arce Saldaña José Luis	SE06-15	182
Aguirre González Jorge	SIS-13	139	Arcega-Cabrera Flor	VUL-7	147
Aguirre González Jorge	SIS-36 CARTEL	144	Arciniega Ceballos Alejandra	VUL-29 CARTEL	152
Aguirre González Jorge	SIS-37 CARTEL	144	Arciniega Ceballos Alejandra	SE10-9 CARTEL	198
Aguirre López Mario Alberto	EG-35 CARTEL	36	Arciniega Ceballos Alejandra	SE11-4 CARTEL	201
Agustín Serrano Ricardo	VUL-20	150	Arcos Hernández José Luis	GEOH-2	51
Agustín Serrano Ricardo	VUL-27 CARTEL	151	Arellano Castro Rocío Fabiola	EG-5	30
Ahumada Cervantes Ramiro	SE05-2	175	Arellano-Gil Javier	SE18-2	229
Ahumada Sempoal Miguel	SE22-16	244	Arellano-Torres Elsa	SE04-8	169
Akciz Sinan	GET-13	64	Arévalo Aguilar Luis Manuel	GEOQP-40 CARTEL	94
Akciz Sinan	SE09-13	194	Arévalo Aguilar Luis Manuel	VUL-20	150
Alaniz-Alvarez Susana Alicia	GET-7	62	Arévalo Aguilar Luis Manuel	VUL-27 CARTEL	151
Alaniz-Alvarez Susana Alicia	GET-11	63	Argote Espino Denisse	AR-14	5
Alapizco Acosta Ariathna Marcela	GEOD-10 CARTEL	49	Argote Espino Denisse	EG-4	29
Alarcón Gómez Génesis Edén	SE13-11 CARTEL	213	Argote Espino Denisse	SE18-7	230
Alatorre Mendieta Miguel Ángel	OCE-19 CARTEL	107	Arias Paz Alberto	GEOH-2	51
Alatorre Zamora Miguel Angel	GGA-24 CARTEL	75	Arias Paz Alberto	SE18-2	229
Alavera Mendoza Oscar T.	SED-18 CARTEL	132	Armienta Hernández María Aurora	GGA-15 CARTEL	72
Alcalá de Jesús María	RN-8	116	Armienta Hernández María Aurora	GGA-19 CARTEL	73
Alcántara Ayala Irasema	RN-10	116	Armienta Hernández María Aurora	GGA-20 CARTEL	74
Aldecoa Abraham	EG-29	35	Armienta Hernández María Aurora	GGA-21 CARTEL	74
Aldecoa Abraham	EG-30	35	Armienta Hernández María Aurora	GGA-22 CARTEL	74
Alejo Arcos Blanca Karina	CS-2	13	Armienta Hernández María Aurora	VUL-5	146
Alemán Gallardo José Silverio	GET-10	63	Armienta Hernández María Aurora	VUL-7	147
Alexander Valdés Héctor M	SE15-12	222	Armienta Hernández María Aurora	VUL-26 CARTEL	151
Alinne Solano Hernández Ericka	SE18-9 CARTEL	231	Arredondo-Moreno José Tulio	GGA-2	69

Arregui Ojeda Sergio	EG-47 CARTEL	39	Barton Eric Desmond	SE22-4	241
Arregui Ojeda Sergio	EG-48 CARTEL	39	Barton Eric Desmond	SE22-8	242
Arregui Ojeda Sergio	EG-49 CARTEL	39	Basili Roberto	SE09-10	193
Arregui Ojeda Sergio	GEOQP-6	86	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-4	85
Arregui Ojeda Sergio	GEOQP-37 CARTEL	93	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-5	86
Arregui Ojeda Sergio	SE08-12 CARTEL	188	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-18	89
Arregui Ojeda Sergio	SE11-8 CARTEL	202	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-19	89
Arreguín Sánchez Francisco	SE15-13	222	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-20	89
Arriaga Contreras Vanessa Raquel	FE-1	43	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-21	89
Arrieta García Gerardo Fernando	GEOQP-25 CARTEL	90	Batista Rodríguez José Alberto	GEOQP-22	90
Arrieta García Gerardo Fernando	SE12-4	206	Batista Rodríguez José Alberto	PALEO-2	110
Arritt Raymond	SE02-4	159	Bautista Dorian Antonio	CCA-32 CARTEL	24
Arritt Raymond	SE02-6	160	Bautista Francisco	AR-22	7
Arroyo Blanco Aketzalli	GEOH-21 CARTEL	55	Bautista Francisco	CS-4	13
Arroyo Víctor	RN-27	120	Bautista Francisco	CS-6	14
Arroyo-Cabralés Joaquín	PALEO-3	110	Bautista Francisco	CS-7	14
Arvizu Fernández José	SE05-7	176	Bautista Francisco	CS-8 CARTEL	14
Arzate Andrés	EG-44 CARTEL	38	Bautista Francisco	CS-11 CARTEL	15
Arzate Flores Jorge Arturo	EG-44 CARTEL	38	Bautista Francisco	CS-12 CARTEL	15
Arzate Flores Jorge Arturo	SE06-3	179	Bautista Francisco	CCA-32 CARTEL	24
Asrar Ghassem R.	SE02-2	159	Bautista Leon Luis	GEOD-9 CARTEL	48
Atakichieva Messouma	FE-4	43	Bautista Oliveros José Alfredo	SE05-1	175
Athié Gabriela	SE16-2	225	Bayona Viveros José Antonio	SE09-15	194
Athié Gabriela	SE16-9 CARTEL	226	Bazán-Guzmán Carmen	SE15-6	221
Augustsson Carita	SED-21 CARTEL	133	Becerra Rodríguez Juan Pablo	CCA-5	18
Auza Ricardo	SE11-13 CARTEL	203	Becerra-García Ivón	GET-27 CARTEL	67
Avellán Denis Ramón	SE06-13	181	Beida Rahama	CCA-1	18
Avellán Denis Ramón	SE06-14	181	Beier Emilio	SE22-2	241
Avendaño Ibarra Raymundo	SE08-2	186	Beier Emilio	SE22-8	242
Ávila Barrientos Lenin	SIS-25 CARTEL	141	Beier Emilio	SE22-14	243
Ávila Cruz Maximo	GEOD-1	47	Beier Emilio	SE22-19	244
Ávila Martínez Lucila	RN-16	118	Beier Emilio	SE22-23	245
Ávila Serrano Guillermo Eliezer	RN-38 CARTEL	123	Beier Emilio	SE22-26	246
Ávila Serrano Guillermo Eliezer	RN-52 CARTEL	126	Beier Emilio	SE22-27	246
Ávila Serrano Guillermo Eliezer	SE14-5	216	Beier Emilio	SE22-28	246
Avilez Serrano Porfirio	SE12-3	206	Beier Emilio	SE22-29	247
Azpra Enrique	CCA-2	18	Beier Emilio	SE22-34 CARTEL	248
Azpra Enrique	CCA-18	21	Belaid Abderrahmani	CCA-33 CARTEL	24
Backus David H.	SED-8	130	Belmonte Valdemar	GEOH-1	51
Badillo Cruz EEdgar Rolando	GEOPAL-9 CARTEL	79	Beltrán Jiménez Victor Fernando	GET-8	62
Balancán Soberanis José Alberto	GEOD-6	48	Beltrán Martínez Juan Carlos	SE04-17 CARTEL	171
Bandy William	EG-20	33	Benavides-Bravo Francisco Gerardo	GEOQP-9	87
Bandy William	EG-21	33	Benente Luigi	SE09-17 CARTEL	194
Bandy William	EG-22	33	Bennett Richard	CCA-3	18
Bandy William	EG-23	34	Bennett Scott E.K.	SE12-11 CARTEL	208
Bandy William	EG-50 CARTEL	40	Beramendi Orosco Laura	AR-30 CARTEL	9
Bandy William	GET-25 CARTEL	67	Beramendi Orosco Laura	GEOPAL-19 CARTEL	82
Bandy William	GET-26 CARTEL	67	Beramendi Orosco Laura	SE04-14	170
Bandy William	RN-51 CARTEL	126	Beramendi Orosco Laura	SE04-15	171
Bandy William	SED-13	131	Berkovich Cesar	AR-20	6
Bandy William	SE10-8 CARTEL	198	Berman Dainet	GEOQP-41 CARTEL	94
Barba Pingarrón Luis Alberto	AR-4	2	Bermejo Santoyo Gerardo	SE06-25 CARTEL	184
Barba Pingarrón Luis Alberto	AR-15	5	Bernal Alzate Claudia Adilene	GEOQP-39 CARTEL	94
Barba Rojo Perla Karina	OCE-16	107	Bernal Gladys	SE15-4	220
Barboza Gudiño José Rafael	GET-6	62	Bernal Gladys	SE22-29	247
Barboza Gudiño José Rafael	SED-4	128	Bernal López Leslie Alejandra	SIS-18	140
Barboza Gudiño José Rafael	SED-17 CARTEL	132	Bernal Rodríguez Francisco A.	SE13-1	211
Barboza Gudiño José Rafael	SED-18 CARTEL	132	Bernal-Morales Rogelio	MSG-30 CARTEL	102
Barboza Gudiño José Rafael	SED-22 CARTEL	134	Bernard-Romero Ruben	SE06-19	182
Barca Donatella	AR-4	2	Binational Science Team Minute 319	SE13-2	211
Barlow Jay	SE22-19	244	Blancas Jorge	AR-4	2
Barquera Zamora Karla E.	VUL-20	150	Blanco Betancourt José Rafael	SE14-10 CARTEL	217
Barquera Zamora Karla E.	VUL-27 CARTEL	151	Blanco Cano Xóchitl	FE-1	43
Barradas Gimata Adriana	CCA-12	20	Blanco Cano Xóchitl	FE-3	43
Barraza García Roberto	SE05-2	175	Blanco Cano Xóchitl	FE-6	43
Barrera Huerta Alan	AR-15	5	Blanco Cano Xóchitl	SE24-1	252
Barrera Huerta Alan	AR-17	6	Blanco Piñon Alberto	PALEO-5 CARTEL	111
Barrera Huerta Alan	AR-30 CARTEL	9	Bluhm-Gutiérrez Jorge	GET-27 CARTEL	67
Barreto Schuler Christian	SE02-18 CARTEL	162	Bluhm-Gutiérrez Jorge	RN-40 CARTEL	123
Barrientos Amador Edgar Salvador	CCA-6	19	Bluhm-Gutiérrez Jorge	RN-41 CARTEL	124
Barrientos Carlos	EG-28	35	Bógalo Román María Felicidad	CS-15 CARTEL	16
Barrientos Hernández Laura Patricia	GEOQP-5	86	Bohn Theodore	SE01-5	155
Barrientos Reyna Alejandro Francisco	RN-4	114	Böhnel Harald N.	GGA-8	70
Barrio Martín Joaquín	AR-9	4	Böhnel Harald N.	GEOPAL-4	78
Barrios Adriana	EG-11	31	Bojorquez Iran	SE20-1	233
Barrios Adriana	EG-13	31	Bollmann Jörg	OCE-2	104
Barrios Adriana	GEOD-5	48	Bollmann Jörg	SE22-36 CARTEL	248
Barrón-Díaz Arturo	SE12-6	207	Bonifaz Roberto	CCA-8	19
Bartali Roberto	VUL-16	149	Bonilla Gutiérrez Yohana	EG-8	30
Bartha Andrés	GGA-5	70	Borrell Shuman Mirelys	GET-15	64
Bartolomé Rafael	EG-21	33	Botello-Vázquez Adriana Lizeth	MSG-27 CARTEL	101
Bartolomé Rafael	EG-22	33	Botero-Santa Paola Andrea	GET-7	62
Bartolomé Rafael	EG-23	34	Botero-Santa Paola Andrea	GET-11	63
Bartolomé Rafael	EG-24	34	Brasseea Ochoa Jesús María	EG-54 CARTEL	40
Barton Eric Desmond	SE22-1	241	Brasseea Ochoa Jesús María	SE06-6	180

Bravo Cortés Luis Mauricio	SE20-24	238	Candela Julio	SE22-6	242
Bravo Erick	SE20-7	234	Canet Miguel Carles	SE22-30	247
Bravo José Luis	CCA-2	18	Canet Miquel Carles	GGA-1	69
Bravo José Luis	CCA-18	21	Capra Lucia	VUL-11	148
Briones-Carrillo Jorge Alberto	MSG-20 CARTEL	100	Capra Lucia	VUL-12	148
Briones-Carrillo Jorge Alberto	MSG-21 CARTEL	100	Carbajal Noel	CCA-24	22
Briones-Carrillo Jorge Alberto	MSG-27 CARTEL	101	Carbajal Noel	CCA-29	23
Briseño Ruiz Jessica	GEOH-12	53	Carbajal Noel	OCE-15	106
Briseño Ruiz Jessica	GEOH-25 CARTEL	56	Carbajal Noel	OCE-18 CARTEL	107
Briseño Ruiz Jessica	MSG-15	99	Carbajal Noel	SE08-9 CARTEL	187
Brito-Castillo Luis	CCA-17	21	Carbajal Noel	SE13-8	212
Brossier Romain	SIS-10	138	Carbajal Noel	SE13-9 CARTEL	212
Brudzinski Michael R.	SE10-9 CARTEL	198	Carballo Daniel	SIS-7	138
Brudzinski Michael R.	SE11-4 CARTEL	201	Carciumaru Dana	SE09-14	194
Bryan Scott	GET-4	61	Carciumaru Dana	SE09-18 CARTEL	195
Bucio Galindo Lauro	AR-10	4	Cárdenas Arroyo Jorge Eduardo	GEOD-9 CARTEL	48
Bücker Matthias	EG-6	30	Cárdenas García Efrain	AR-18	6
Bücker Matthias	EG-33 CARTEL	36	Cárdenas García Efrain	AR-27 CARTEL	8
Bücker Matthias	GGA-26 CARTEL	75	Cárdenas Lucio	VUL-19	150
Bücker Matthias	SE05-7	176	Cárdenas Lucio	SE11-13 CARTEL	203
Bullock Runquist Stephen Holmes	CCA-34 CARTEL	24	Cárdenas Monroy Caridad	SE18-9 CARTEL	231
Burlak Gennadiy	FE-2	43	Cárdenas Núñez Víctor Eduardo	SE05-1	175
Burlak Gennadiy	FE-4	43	Cárdenas-Sánchez Enrique	VUL-22	150
Bursik Marcus	VUL-25 CARTEL	151	Cárdenas-Soto Martín	EG-25	34
Bush Mark	SE04-17 CARTEL	171	Cárdenas-Soto Martín	GET-16	64
Bustamante-García Alma	MSG-30 CARTEL	102	Cárdenas-Soto Martín	GGA-12	72
C. Manea Vlad	GEOQP-29 CARTEL	91	Cárdenas-Soto Martín	VUL-23	151
Caballero Dayenari	SE04-2	168	Cárdenas-Soto Martín	SE06-9	180
Caballero Emmanuel	SE10-7	198	Cárdenas-Soto Martín	SE18-5	230
Caballero Gómez María de los Angeles	GEOH-24 CARTEL	56	Cardona Silvestre	SE06-13	181
Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-25 CARTEL	83	Cardona-Benavides Antonio	SED-25 CARTEL	135
Caballero Miranda Margarita	SE04-3	168	Cardona-Benavides Antonio	SED-27 CARTEL	135
Caballero Miranda Margarita	SE04-9	169	Cardoso Landa Guillermo	RN-24	120
Caballero Miranda Margarita	SE04-14	170	Cardoso Landa Guillermo	SED-16	132
Caballero Miranda Margarita	SE04-15	171	Carlos Jaime	SIS-6	137
Caballero Miranda Margarita	SE04-23 CARTEL	172	Carlos Valerio Victor	RN-10	116
Caballero Ramírez Víctor H.	SE12-2	206	Carmona-Conejo Brayan	GEOQP-2	85
Cabos Narvaez William David	CCA-13	20	Carmona-Conejo Brayan	SED-15	132
Cabos Narvaez William David	OCE-4	104	Carpenter Phillip J.	GEOH-3	51
Cabos Narvaez William David	SE03-3	164	Carrancho Angel	AR-26 CARTEL	8
Cabral Cano Enrique	SE10-9 CARTEL	198	Carrancho Angel	GEOPAL-2	78
Cabral Cano Enrique	SE11-1	201	Carrancho Angel	GEOPAL-17 CARTEL	81
Cabral Cano Enrique	SE11-4 CARTEL	201	Carrancho Angel	GEOPAL-25 CARTEL	83
Cabrer Roberto	AR-18	6	Carranco Lozada Simon Eduardo	GEOH-23 CARTEL	56
Cabrera Carlos	SE22-24	246	Carranco Lozada Simon Eduardo	GEOH-26 CARTEL	57
Cabrera Carlos	SE22-34 CARTEL	248	Carranco Lozada Simon Eduardo	SE08-7	187
Caccavari Garza Ana	GEOPAL-10 CARTEL	80	Carranza y Castañeda Oscar	PALEO-1	110
Caccavari Garza Ana	GEOPAL-12 CARTEL	80	Carranza-Edwards Arturo	SE09-5	192
Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia	CCA-10	19	Carrasco Núñez Gerardo	GEOD-7	48
Calderón Magallón José Paúl	MSG-16	99	Carrasco Núñez Gerardo	VUL-14	148
Callegary James	SE13-7	212	Carrasco Salero Fabiola	CS-3	13
Calmus Thierry	GET-20 CARTEL	66	Carrasco-Hernández Brenda	GEOQP-42 CARTEL	94
Calva Chávez Miriam Alin	SE14-3	216	Carreño Ana Luisa	SED-8	130
Calva Venancio Gerardo	MSG-17 CARTEL	99	Carreño Ana Luisa	SE22-33 CARTEL	248
Calva Venancio Gerardo	MSG-18 CARTEL	99	Carreón Diazconti Concepción	EG-3	29
Calvo Manuel	GEOPAL-17 CARTEL	81	Carreón Freyre Dora	CS-13 CARTEL	15
Calvo Ramos Daniela Kristell	GEOH-22 CARTEL	56	Carreon Palau Laura	SE15-13	222
Calvo-Rathert Manuel	CS-15 CARTEL	16	Carrillo Antonio	VUL-29 CARTEL	152
Calvo-Rathert Manuel	GEOPAL-2	78	Carrillo Carlos	SE02-5	159
Calvo-Rathert Manuel	GEOPAL-10 CARTEL	80	Carrillo Chavez Martin	GEOD-12 CARTEL	49
Calvo-Rathert Manuel	GEOPAL-12 CARTEL	80	Carrillo Laura	SE22-24	246
Camacho Ibar Víctor	SE15-3	220	Carrillo López Jonathan Esmith	RN-42 CARTEL	124
Camacho Ibar Víctor	SE22-31	247	Carrillo Lucia Miguel Ángel	SIS-35 CARTEL	143
Camacho Ortigón Luis Fernando	GEOQP-4	85	Carrillo Vargas Armando	FE-8	44
Camacho-Ibar Víctor	SE14-7	217	Carsolio Priego Ernesto	SE20-17	236
Camacho-Ibar Víctor	SE15-6	221	Carvalho Laís	SE09-7	192
Camarena Vázquez Jesús Guillermo	GEOQP-17	89	Carvalho Laís	SE09-8	192
Cameselle Alejandra L.	EG-22	33	Casanova González Edgar	AR-5	3
Cameselle Alejandra L.	EG-23	34	Casares Salazar Rafael	SE20-11	235
Campion Robin	VUL-21	150	Casas Ramos Ana Silvia	VUL-26 CARTEL	151
Campion Robin	VUL-33 CARTEL	153	Casillas Perez Gilberto Armando	FE-11	44
Campion Robin	SE06-10	180	Castañeda Miranda Ana G.	GGA-8	70
Campos Enríquez Jose Oscar	EG-45 CARTEL	39	Castañeda-Martínez Aldo	RN-9	116
Camprubí Antoni	GGA-1	69	Castañeda-Martínez Aldo	RN-11	116
Camps Pierre	GEOPAL-19 CARTEL	82	Castañeda-Martínez Aldo	RN-12	117
Candela Julio	SE14-3	216	Castañeda-Perea Juan Carlos	GEOQP-2	85
Candela Julio	SE16-1	225	Castañeda-Perea Juan Carlos	SED-15	132
Candela Julio	SE16-2	225	Castelán Gilberto	RN-32	121
Candela Julio	SE16-3	225	Castelán Gilberto	SE11-2	201
Candela Julio	SE16-5	225	Castelán Gilberto	SE11-13 CARTEL	203
Candela Julio	SE16-6	225	Castellon Arturo	EG-23	34
Candela Julio	SE16-9 CARTEL	226	Castelo Ruano Raquel	AR-9	4
Candela Julio	SE16-10 CARTEL	226	Castillejos Toledo Blanca Yareli	SE09-2	191
Candela Julio	SE16-11 CARTEL	227	Castillo Aguilar Saúl	RN-22	119
Candela Julio	SE20-7	234	Castillo Castellanos Jorge	SE10-11 CARTEL	199

Castillo Collazo Rosalba	SE18-6	230	Cisneros Guillermo	SE06-13	181
Castillo Hernández Alejandra Lyzzette	CS-2	13	Cisneros Guillermo	SE06-14	181
Castillo Maldonado Mariana	EG-50 CARTEL	40	Cisneros Guillermo	SE06-15	182
Castillo Pérez Nadia Itzel	SE02-14 CARTEL	161	Cisneros-Cano Jesús Ismael	GEOQP-2	85
Castillo Rocio	SE09-4	191	Cisneros-Cano Jesús Ismael	SED-15	132
Castillo-Lopez Alejandro	SE22-32	248	Claes Pieterjan	AR-6	3
Castro Artola Oscar	SIS-14	139	Claes Pieterjan	AR-5	3
Castro Christopher	SE01-1	155	Claes Pieterjan	AR-8	3
Castro Christopher	SE02-5	159	Clayton Robert W.	SE10-9 CARTEL	198
Castro Christopher	SE02-15 CARTEL	161	Coconi Morales Enrique	EG-55 CARTEL	41
Castro Clara	SE06-11	181	Codling Mark	RN-25	120
Castro Escamilla Raúl Ramón	SIS-25 CARTEL	141	Cohuo Sergio	SE04-3	168
Castro Escamilla Raúl Ramón	SIS-30 CARTEL	142	Colchado Casas Juan Carlos	EG-9	30
Castro Escamilla Raúl Ramón	SE11-5 CARTEL	202	Colchado Casas Juan Carlos	EG-10	31
Castro Escamilla Raúl Ramón	SE11-7 CARTEL	202	Colchado Casas Juan Carlos	EG-38 CARTEL	37
Castro González Alejandra	SE05-7	176	Collard Nathalie	VUL-8	147
Castro Rubén	SE14-1	216	Collard Nathalie	SE06-10	180
Castro Rubén	SE14-2	216	Collins Curtis A.	SE22-6	242
Castro Rubén	SE14-6	217	Collins Curtis A.	SE22-12	243
Castro Rubén	SE22-2	241	Colmenero Luis	GGA-4	69
Castro Rubén	SE22-6	242	Colmenero Luis	GGA-9	71
Castro Rubén	SE22-12	243	Colorado Gabriela	SE02-11	161
Castro-Collins José Raymundo	OCE-10	105	Colorado Gabriela	SE03-6	164
Castro-Collins José Raymundo	OCE-14	106	Conde Alvarez Ana Cecilia	SE03-6	164
Castro-Lopez Ariel	SE01-13 CARTEL	157	Contreras Ana Delia	CCA-46 CARTEL	27
Cavazos Tereza	CCA-30 CARTEL	24	Contreras Ana Delia	CCA-47 CARTEL	27
Cavazos Tereza	SE01-4	155	Contreras Ana Delia	RN-31	121
Cavazos Tereza	SE02-6	160	Contreras Corvera Alma Angelina	EG-3	29
Cavazos Tereza	SE03-4	164	Contreras Moisés	VUL-4	146
Cavazos Tereza	SE03-6	164	Contreras Ruiz Esparza Adolfo	MSG-29 CARTEL	101
Cázares Carreón Karla Irazema	GEOQP-4	85	Contreras Ruiz Esparza Moises	SIS-37 CARTEL	144
Cázarez Barboza Marco Anyelo	AR-28 CARTEL	8	Contreras-Caraveo Manuel	GEOH-5	52
Ceja Mariano Blanca	GEOPAL-13 CARTEL	80	Contreras-Caraveo Manuel	GEOH-18 CARTEL	55
Cejudo Ruiz Fredy Rubén	CS-7	14	Contreras-Catala Fernando	SE22-22	245
Cejudo Ruiz Fredy Rubén	CS-14 CARTEL	16	Coppola Erika	SE02-7	160
Cejudo Ruiz Fredy Rubén	GEOPAL-1	78	Coppola Erika	SE02-19 CARTEL	162
Ceniceros Nora	GGA-19 CARTEL	73	Cordero Quirós Nathali	SE16-7	226
Ceniceros Nora	GGA-20 CARTEL	74	Cordero Quirós Nathali	SE16-12 CARTEL	227
Ceniceros Nora	GGA-21 CARTEL	74	Córdoba Barba Diego	EG-15	32
Ceniceros Nora	GGA-22 CARTEL	74	Córdoba Barba Diego	EG-21	33
Ceniceros Nora	VUL-7	147	Córdoba Barba Diego	EG-22	33
Centeno-García Elena	SE12-6	207	Córdoba Barba Diego	EG-23	34
Cepeda Morales Jushiro	SE14-6	217	Córdoba Barba Diego	EG-24	34
Cepeda Morales Jushiro	SE20-1	233	Córdoba Barba Diego	GET-17 CARTEL	65
Cepeda Morales Jushiro	SE22-28	246	Córdoba Barba Diego	GEOPAL-9 CARTEL	79
Cerca Martínez Luis Mariano	CS-13 CARTEL	15	Córdoba Barba Diego	RN-40 CARTEL	123
Cerda Carrillo Nely	CCA-35 CARTEL	25	Córdoba Montiel Francisco	SIS-16	139
Cerda Luz M.	AR-34 CARTEL	9	Córdoba Montiel Francisco	SIS-17	140
Cerezo-Mota Ruth	SE01-4	155	Córdoba Montiel Francisco	SE10-9 CARTEL	198
Cerezo-Mota Ruth	SE02-6	160	Córdoba Montiel Francisco	SE11-11 CARTEL	203
Cerezo-Mota Ruth	SE02-8	160	Cordova Molina Cynthia del Carmen	GEOH-22 CARTEL	56
Cerquone Hugo	EG-46 CARTEL	39	Cordova Molina Cynthia del Carmen	SE05-13 CARTEL	177
Cervantes Cabrera Daniel A.	MSG-6	96	Corona Chávez Pedro	GGA-10	71
Cervantes Solano Miguel	GEOPAL-1	78	Corona Chávez Pedro	GGA-28 CARTEL	76
Cervantes Solano Miguel	GEOPAL-11 CARTEL	80	Corona Chávez Pedro	GEOQP-23 CARTEL	90
Cervantes Solano Miguel	GEOPAL-13 CARTEL	80	Corona Chávez Pedro	RN-28	121
Cervantes Solano Miguel	GEOPAL-18 CARTEL	81	Corona Chávez Pedro	SE06-15	182
Chacón Baca Elizabeth	PALEO-5 CARTEL	111	Corona Morales Néstor	SE09-5	192
Chagué-Goff Catherine	SE09-5	192	Corona Morales Néstor	SE09-6	192
Chaigneau Alexis	SE16-3	225	Corona-Chávez Pedro	GEOQP-30 CARTEL	91
Chaigneau Alexis	SE16-10 CARTEL	226	Coronado Cesar	SE20-7	234
Chang Hsin-I	SE02-5	159	Correa-Metrio Alexander	SE03-7	165
Chang Hsin-I	SE02-15 CARTEL	161	Correa-Metrio Alexander	SE03-12 CARTEL	166
Chapa Arce Christian Fabián	RN-23	119	Correa-Metrio Alexander	SE04-2	168
Chapa Arce Rosbell Ivan	RN-23	119	Correa-Metrio Alexander	SE04-3	168
Chapa Guerrero José Rosbel	RN-23	119	Correa-Metrio Alexander	SE04-9	169
Chaparro Marcos A. E.	GGA-8	70	Correa-Metrio Alexander	SE04-15	171
Chávez Cabello Gabriel	GET-2	61	Correa-Metrio Alexander	SE04-17 CARTEL	171
Chávez Omar	CCA-39 CARTEL	25	Correa-Metrio Alexander	SE04-19 CARTEL	171
Chávez René	AR-14	5	Correa-Metrio Alexander	SE04-20 CARTEL	172
Chávez Segura Rene Efraín	EG-2	29	Cortés José Luis	CS-14 CARTEL	16
Cherenkova Elena	CCA-17	21	Cortés Martínez Mara Yadira	GET-3	61
Chichinina Tatiana	EG-26	34	Cortés Martínez Mara Yadira	OCE-2	104
Chivers Susan	SE22-19	244	Cortés Martínez Mara Yadira	SED-7	129
Choumilin Konstantin	SE04-7	169	Cortés Martínez Mara Yadira	SED-9	130
Cid Villegas Gonzalo	SIS-24	141	Cortés Martínez Mara Yadira	SED-10	130
Cifuentes Nava Gerardo	AR-14	5	Cortés Martínez Mara Yadira	SED-11	130
Cifuentes Nava Gerardo	AR-25 CARTEL	8	Cortés Martínez Mara Yadira	SE22-36 CARTEL	248
Cifuentes Nava Gerardo	EG-1	29	Cortes Ramos Jorge	GEOD-8	48
Cifuentes Nava Gerardo	EG-2	29	Cortes Ramos Jorge	VUL-33 CARTEL	153
Cifuentes Nava Gerardo	GEOPAL-26 CARTEL	83	Cortes Ramos Jorge	SE03-5	164
Cifuentes Nava Gerardo	MSG-23 CARTEL	100	Cortes Silva Alejandra	GEOH-7	52
Cifuentes Nava Gerardo	SE06-17	182	Cortes Silva Alejandra	GEOH-15	54
Cifuentes Nava Gerardo	SE18-5	230	Cortés-Arroyo Olaf J.	SE06-6	180
Cisneros Guillermo	RN-28	121	Cossio Pérez Iris	CS-16 CARTEL	16

Cossio Pérez Iris	SE03-11	165	Delgado-Argote Luis A.	SE12-3	206
Cotte Nathalie	SE10-5	197	Delgado-Carranza Carmen	CS-7	14
Crisci Gino	AR-4	2	Delgado-Carranza Carmen	CS-11 CARTEL	15
Cruz Alaide Selene	SE09-3	191	Delgado-Gonzalez Oscar Eduardo	SE14-10 CARTEL	217
Cruz Alejandro	FE-5	43	Delgado-Gonzalez Oscar Eduardo	SE20-18	237
Cruz Cervantes José Luis	SE11-11 CARTEL	203	Demant Alain	SE12-6	207
Cruz Ivonne	AR-36 CARTEL	10	Dena Ornelas Oscar Sotero	GGA-27 CARTEL	75
Cruz Mateo María Rosaira	SE08-10 CARTEL	187	Dena Ornelas Oscar Sotero	RN-45 CARTEL	125
Cruz Moreno Julio César	CCA-5	18	Dena Ornelas Oscar Sotero	SIS-9	138
Cruz Núñez Xóchitl	CCA-22	22	Dena Ornelas Oscar Sotero	SE11-9 CARTEL	202
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-19 CARTEL	73	Desmond Barton Eric	SE22-14	243
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-20 CARTEL	74	Devis Andrea	SE22-29	247
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-21 CARTEL	74	Díaz Agüero Doris Arlette	GGA-28 CARTEL	76
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-22 CARTEL	74	Díaz Alejandra	SE04-3	168
Cruz Ronquillo Olivia	VUL-7	147	Díaz Alejandro	GEOH-1	51
Cruz y Cruz Tamara	PALEO-4	110	Díaz Alvarez Karen Alejandra	SE04-19 CARTEL	171
Cruz y Cruz Tamara	SE04-11	170	Díaz Carreño Erik Hugo	GGA-1	69
Cruz-Atienza Víctor M.	SIS-20	140	Díaz Carreño Erik Hugo	GGA-17 CARTEL	73
Cruz-Atienza Víctor M.	VUL-10	147	Díaz Carreño Erik Hugo	GGA-18 CARTEL	73
Cruz-Atienza Víctor M.	SE10-2	197	Díaz Carreño Erik Hugo	SE06-12	181
Cruz-Atienza Víctor M.	SE10-4	197	Díaz Félix Gabriela	RN-29	121
Cruz-Atienza Víctor M.	SE10-6	198	Díaz Gutiérrez José Juan	RN-19	118
Cruz-Atienza Víctor M.	SE10-7	198	Díaz Gutiérrez José Juan	RN-35 CARTEL	122
Cruz-Hernández Maribel	SED-25 CARTEL	135	Díaz Gutiérrez José Juan	SED-11	130
Cruz-Pastrana Daniela Alejandra	SE02-8	160	Díaz Jaime	AR-35 CARTEL	10
Cuadra Cristina	AR-25 CARTEL	8	Díaz Jaime	AR-38 CARTEL	10
Cuadra Santiago	SE02-19 CARTEL	162	Díaz López Luis Fernando	SE12-5	207
Cuahutle Martin	CCA-8	19	Díaz Martínez María de los Angeles	GGA-19 CARTEL	73
Cudney-Bueno Richard	SE22-32	248	Díaz Martínez María de los Angeles	GGA-22 CARTEL	74
Cuéllar Badilla Jeziel	GEOQP-34 CARTEL	92	Díaz Méndez Guillermo	SE20-19	237
Cuellar Urbano Mayra	SE18-5	230	Díaz Nigenda Emmanuel	CCA-11	20
Cuellar-Lemus Cecilia Alheli	GGA-24 CARTEL	75	Díaz Nigenda Emmanuel	CCA-22	22
Cuen Francisco	PALEO-7 CARTEL	111	Díaz Nigenda Emmanuel	CCA-40 CARTEL	25
Cuen Francisco	PALEO-8 CARTEL	111	Díaz Nigenda Emmanuel	SE03-11	165
Cuevas Alfonso	SE20-14	236	Díaz Pavón Carla Astrid	CCA-38 CARTEL	25
Cuevas Castellanos Paulina	GEOH-11	53	Díaz Torres José de Jesús	CCA-12	20
Cupul Magaña Luis Antonio	RN-38 CARTEL	123	Díaz Torres José de Jesús	RN-21	119
Cupul Magaña Luis Antonio	RN-52 CARTEL	126	Díaz Viera Martín Alberto	MSG-10	97
Cupul Magaña Luis Antonio	SE14-5	216	Díaz de Cossio Batani Guillermo	SE11-8 CARTEL	202
Curiel Mondragón Concepción	SE15-8	221	Díaz-García Ovel	MSG-29 CARTEL	101
Damm Bodo	AR-23	7	Díaz-Padilla Gabriel	SE08-5	186
Dan Natalia	EG-27	35	Diego Gonzalo	GP-2 CARTEL	59
Dañobeitia Juanjo	EG-21	33	Díaz-García Ovel	SE02-7	160
Dañobeitia Juanjo	EG-22	33	Dolores Reyes Guillermo	GEOQP-15	88
Dañobeitia Juanjo	EG-23	34	Domínguez Acosta Miguel	CS-10 CARTEL	15
Dañobeitia Juanjo	EG-24	34	Domínguez Acosta Miguel	CCA-41 CARTEL	26
Dávalos Sotelo Raymundo	RN-22	119	Domínguez Bureos Marco Antonio	SIS-29 CARTEL	142
Dávila Harris Pablo	GEOH-26 CARTEL	57	Domínguez Mota Francisco Javier	RN-34 CARTEL	122
Dávila Harris Pablo	SED-14	131	Domínguez Ramírez Luis Antonio	SE10-1	197
Dávila Harris Pablo	VUL-14	148	Domínguez-Morales Leobardo	RN-9	116
Dávila Harris Pablo	SE08-10 CARTEL	187	Domínguez-Morales Leobardo	RN-11	116
De Basabe Delgado Jonas	GEOQP-6	86	Domínguez-Morales Leobardo	RN-12	117
De Basabe Delgado Jonas	SIS-33 CARTEL	143	Domínguez-Preciado Feliciano	SE14-2	216
De Grau Pamela	SE01-4	155	Don Juan Fabricio	SE03-12 CARTEL	166
De Grau Pamela	SE03-6	164	Dörfler Walter	PALEO-6 CARTEL	111
De La Cruz Orozco Martin	SE14-6	217	Dougherty Michele K.	FE-1	43
De La Cruz-Reyna Servando	VUL-5	146	Douglas Michael	CCA-1	18
De Silva Dávila Roxana	SE08-2	186	Douglas Michael	SE01-8	156
De la Cruz-Reyna Servando	VUL-7	147	Dueñas Peña Marissa Anahi	PALEO-5 CARTEL	111
De la Cruz-Reyna Servando	VUL-22	150	Duque Trujillo Jose	GET-4	61
De la Garza Aguilar Rodrigo	CCA-20	21	Durán Sandoval Miguel Ángel	EG-35 CARTEL	36
De la Garza Aguilar Rodrigo	GGA-4	69	Durazo Reginaldo	OCE-8	105
De la Garza Aguilar Rodrigo	GGA-25 CARTEL	75	Durazo Reginaldo	SE14-1	216
DeMets Charles	SE11-1	201	Durazo Reginaldo	SE14-2	216
DeMets Charles	SE11-4 CARTEL	201	Durazo Reginaldo	SE14-6	217
Delgadillo Francisco	SE14-7	217	Durazo Reginaldo	SE22-7	242
Delgadillo Francisco	SE22-31	247	Dusek Gregory	SE20-23	238
Delgado Agustin	GEOQP-16	89	Echeverri García Laura del Pilar	SE15-11	222
Delgado Granados Hugo	GEOD-8	48	Echeverría Paula	SE04-3	168
Delgado Granados Hugo	VUL-1	146	Egremy Aideé	SE15-15	223
Delgado Granados Hugo	VUL-2	146	Eleno Piña María Fernanda	PALEO-7 CARTEL	111
Delgado Granados Hugo	VUL-21	150	Elgar Steve	SE20-19	237
Delgado Granados Hugo	VUL-32 CARTEL	152	Elorza Rodríguez Enrique	GGA-13	72
Delgado Granados Hugo	VUL-33 CARTEL	153	Enríquez Cecilia	SE20-3	233
Delgado Granados Hugo	VUL-34 CARTEL	153	Enríquez Cecilia	SE20-6	234
Delgado Granados Hugo	SE03-5	164	Enríquez Cecilia	SE20-9	234
Delgado Lara Luis Ernesto	GEOQP-26 CARTEL	91	Enríquez Cecilia	SE20-21	237
Delgado Robles Alma Angelina	AR-5	3	Enríquez Rivera Olivia	FE-3	43
Delgado Robles Alma Angelina	AR-6	3	Erfani Ehsan	SE01-2	155
Delgado Rodríguez Omar	GGA-6	70	Erfani Ehsan	SE01-12 CARTEL	157
Delgado Villafán Leonela Getsemany	GEOQP-21	89	Errasti Marcela	SE06-4	179
Delgado-Argote Luis A.	RN-5	115	Escalante Mancera Edgar	SE20-6	234
Delgado-Argote Luis A.	RN-7	115	Escalante Mauricio	RN-27	120
Delgado-Argote Luis A.	SIS-33 CARTEL	143	Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	GET-17 CARTEL	65
Delgado-Argote Luis A.	SE12-2	206	Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	GET-27 CARTEL	67

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	GEOPAL-9 CARTEL	79	Faudoa-Gómez Fabián	GEOQP-2	85
Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	RN-40 CARTEL	123	Faudoa-Gómez Fabián	SED-15	132
Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	RN-41 CARTEL	124	Feaux Karl	SE11-1	201
Escalona-Alcázar Felipe de Jesús	SED-1	128	Fernández Córdoba Jhonattan	SE08-6	187
Escamilla Francisco	RN-17	118	Fernández Galán Stephanie	AR-24	7
Escobar Carmona Regina	SE08-9 CARTEL	187	Fernández García Álvaro	GEOH-4	51
Escobar-Briones Elva	SED-13	131	Fernández Medina Luz Patricia	CCA-29	23
Escobar-Briones Elva	SE15-1	220	Fernández Ordóñez Yolanda Margarita	SE08-4	186
Escobedo Zenil David	GGA-12	72	Fernández Ordóñez Yolanda Margarita	SE08-5	186
Escobedo Zenil David	MSG-23 CARTEL	100	Ferrari Luca	GET-4	61
Escobedo Zenil David	SE18-5	230	Ferrari Luca	GET-21 CARTEL	66
Escolero-Fuentes Oscar	GEOH-12	53	Ferrari Luca	GEOQP-13	88
Escolero-Fuentes Oscar	GEOH-13	53	Ferrari Luca	GEOQP-26 CARTEL	91
Escolero-Fuentes Oscar	GEOH-25 CARTEL	56	Ferrari Luca	GEOQP-36 CARTEL	93
Escolero-Fuentes Oscar	MSG-15	99	Ferrari Luca	SE24-6	253
Escudero Ayala Christian René	EG-21	33	Ferreira Bartrina Vicente	SE15-3	220
Escudero Ayala Christian René	EG-24	34	Ferreira Bartrina Vicente	SE15-4	220
Escudero Ayala Christian René	GET-17 CARTEL	65	Ferreira Bartrina Vicente	SE15-6	221
Escudero Ayala Christian René	RN-1	114	Ferreira Bartrina Vicente	SE15-11	222
Escudero Ayala Christian René	RN-40 CARTEL	123	Ferrer Toloedo Hugo	SIS-36 CARTEL	144
Escudero Ayala Christian René	SIS-1	137	Fickel Matthias	VUL-32 CARTEL	152
Escudero Ayala Christian René	SIS-4	137	Fickel Matthias	VUL-33 CARTEL	153
Escudero Ayala Christian René	SIS-12	139	Figueroa Magallón Mayra Leticia	SE05-9 CARTEL	176
Escudero Ayala Christian René	SE06-8	180	Figueroa-Albornoz Leonardo	EG-20	33
Escudero Ayala Christian René	SE08-6	187	Figueroa-Soto Angel	SIS-32 CARTEL	143
Esparza Araiza Mayra Janeth	SE18-6	230	Filloy Laura	AR-6	3
Esparza Francisco	EG-37 CARTEL	37	Filonov Anatoliy	OCE-20 CARTEL	107
Esparza López Rodrigo	AR-39 CARTEL	11	Filonov Anatoliy	OCE-24 CARTEL	108
Esparza López Rodrigo	GEOPAL-6	79	Filonov Anatoliy	RN-44 CARTEL	124
Esparza Soto Mario	GEOH-6	52	Filonov Anatoliy	SE14-4	216
Esparza-Martínez Alicia	GET-27 CARTEL	67	Filonov Anatoliy	SE22-11	243
Esparza-Martínez Alicia	RN-41 CARTEL	124	Flessa Karl	SE13-2	211
Esperón-Rodríguez Manuel	SE03-12 CARTEL	166	Fletcher John	GET-13	64
Espinasa-Peraña Ramón	RN-11	116	Fletcher John	SE09-13	194
Espinasa-Peraña Ramón	RN-39 CARTEL	123	Flores Castro Kinardo	SE04-12	170
Espinasa-Peraña Ramón	VUL-15	149	Flores Daniel Apolos	GEOD-1	47
Espinasa-Peraña Ramón	VUL-19	150	Flores Ibarra Ketzallina	SIS-20	140
Espinasa-Peraña Ramón	VUL-30 CARTEL	152	Flores Joaquín	GEOQP-41 CARTEL	94
Espíndola Castro Juan Manuel	EG-21	33	Flores Luna Carlos	EG-8	30
Espíndola Castro Juan Manuel	EG-23	34	Flores Mario	GEOQP-41 CARTEL	94
Espíndola Castro Juan Manuel	RN-37 CARTEL	123	Flores Navarro Karen Leticia	RN-1	114
Espíndola Castro Juan Manuel	VUL-6	146	Flores Nohemy	GEOQP-41 CARTEL	94
Espino Luis A.	AR-34 CARTEL	9	Flores Orozco Adrián	EG-6	30
Espino María Socorro	CCA-20	21	Flores Orozco Adrián	EG-33 CARTEL	36
Espino María Socorro	GGA-4	69	Flores Orozco Adrián	GGA-26 CARTEL	75
Espinosa Cardeña Juan Manuel	EG-16	32	Flores Orozco Adrián	SE05-7	176
Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOD-2	47	Flores Peña Simhael	RN-21	119
Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOD-10 CARTEL	49	Flores Tavizon Edith	CS-10 CARTEL	15
Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOD-11 CARTEL	49	Flores Vidal Xavier	OCE-7	105
Espinosa Guillermo	RN-14	117	Flores Vidal Xavier	OCE-8	105
Espinoza Encinas Iván Rosario	GEOQP-33 CARTEL	92	Flores Vidal Xavier	SE14-1	216
Espinoza Encinas Iván Rosario	SE04-12	170	Flores Vidal Xavier	SE14-2	216
Espinoza Jaime Eveling	VUL-1	146	Flores Zavla Radha Adidevi	CCA-34 CARTEL	24
Espinoza Sánchez Fatima Fernanda	GET-12	63	Forney Karin	SE22-19	244
Espinoza Zoila	CS-9 CARTEL	14	Fragoso Anaid	EG-16	32
Esquivel Dulce María	GGA-13	72	Fragoso Maldonado Marisol	CS-15 CARTEL	16
Esquivel Trava Bernardo	OCE-5	104	Fragoso Servón Patricia	CS-4	13
Esquivel Trava Bernardo	OCE-21 CARTEL	107	Fragoso Servón Patricia	CS-5	13
Esteves Robles Sandra	EG-4	29	Franco Gaviria Felipe	SE04-9	169
Esteves Robles Sandra	EG-36 CARTEL	37	Franco Gaviria Felipe	SE04-19 CARTEL	171
Esteves Robles Sandra	GGA-12	72	Franco Novela Ana	SE22-10	242
Esteves Robles Sandra	SE18-5	230	Franco Sara Ivonne	SIS-19	140
Estrada Carmona Juliana	GEOQP-32 CARTEL	92	Franco-Rubio Miguel	GGA-25 CARTEL	75
Estrada Castillo Jorge Alberto	SE11-11 CARTEL	203	Frank William	SE10-6	198
Estrada Ferran	EG-22	33	Franklin Gemma	SE20-6	234
Estrada Ferran	EG-23	34	Frausto Oscar	CS-4	13
Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela	CCA-20	21	Frausto Oscar	CS-6	14
Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela	CCA-28	23	Frausto Oscar	CS-8 CARTEL	14
Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma Graciela	GGA-4	69	Frausto Oscar	GGA-31 CARTEL	76
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-3	175	Frausto Oscar	RN-6	115
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-5	176	Frausto Reyes Claudio	GEOQP-40 CARTEL	94
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-9 CARTEL	176	Frez José	SIS-5	137
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-10 CARTEL	176	Frez José	SIS-6	137
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-12 CARTEL	177	Fuentes Franco Ramón	CCA-14	20
Estrada Jaramillo Melitón	SE05-6	176	Fuentes Franco Ramón	SE02-7	160
Estrada Murillo Aurora María	GEOH-27 CARTEL	57	Fuentes Franco Ramón	SE02-16 CARTEL	162
Estrada Sánchez Hurendi	GEOPAL-18 CARTEL	81	Fuentes Mario	GEOH-1	51
Euán Jorge I.	SE20-14	236	Fuentes Mario	SE13-4	211
Evangelista Rodríguez Leidy Itzel	SE06-3	179	Fuentes Mario	SE13-5	211
F. Lawton Timothy	SED-23 CARTEL	134	Fuentes Rivas Rosa María	GEOH-6	52
Färber Data Bertrand	SE22-10	242	Fuentes Rivas Rosa María	SE18-6	230
Färber Lorda Jaime	SE15-8	221	Fuentes Romero Elizabeth	CS-2	13
Färber Lorda Jaime	SE22-10	242	Fuentes Saucedo Miguel Alberto	RN-42 CARTEL	124
Farfan Francisco	SIS-28 CARTEL	142	Fuentes-Junco Jesús	CS-1	13
Farfán Gutiérrez Michelle	CCA-22	22	Fuis Gary S	EG-19	33

Gaer Douglas	SE20-23	238	García y Barragán Juan Carlos	SED-5	129
Gaidzik Krzysztof	SE09-10	193	García y Barragán Juan Carlos	SE12-1	206
Galaviz Alonso Alberto	VUL-4	146	García-Barrera Pedro	GEOQP-42 CARTEL	94
Galaviz Alonzo Alberto	EG-41 CARTEL	38	García-Fernández Claudia Ivette	MSG-24 CARTEL	101
Galeana Cortazar Angel Roberto	SE15-13	222	García-Fernández Claudia Ivette	MSG-25 CARTEL	101
Galetzka John	SE11-1	201	García-Fernández Claudia Ivette	MSG-26 CARTEL	101
Galicia Pérez Marco Antonio	SE18-8	230	García-Oliva Felipe	CS-1	13
Galicia Pérez Marco Antonio	SE20-4	233	García-Olveda Alejandra	GEOH-5	52
Galindo Duarte Moisés	SE05-4	175	García-Olveda Alejandra	GEOH-18 CARTEL	55
Gallardo Delgado Luis Alonso	MSG-16	99	García-Pérez Esteban	GET-27 CARTEL	67
Gallardo Mata Clemente German	EG-47 CARTEL	39	García-Romero Felipe	SE22-36 CARTEL	248
Gallardo Mata Clemente German	EG-48 CARTEL	39	García-Zepeda María Luisa	PALEO-3	110
Gallardo Mata Clemente German	EG-49 CARTEL	39	Garduño López Manuel Rene	CCA-7	19
Gallego Marco	RN-20	119	Garduño Mendoza Erika	RN-36 CARTEL	123
Gallegos Ángeles	CS-12 CARTEL	15	Garduño Monroy Victor Hugo	GEOQP-10	87
Gallegos Cruz Roberto Carlos	PALEO-2	110	Garduño Monroy Victor Hugo	RN-8	116
Gallegos Díez Barroso Gabriel	SE20-5	233	Garduño Monroy Victor Hugo	RN-28	121
Gallegos-Medina Andrés	GEOQP-2	85	Garduño Monroy Victor Hugo	RN-36 CARTEL	123
Gallegos-Medina Andrés	SED-15	132	Garduño Monroy Victor Hugo	SIS-22	141
Galván Jesús	EG-42 CARTEL	38	Garduño Monroy Victor Hugo	SIS-23	141
Galván Jesús	EG-43 CARTEL	38	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-15	182
Galván Jesús	GEOH-28 CARTEL	57	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-16	182
Gamez Nuñez Emmanuel Jesús	SE04-22 CARTEL	172	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-17	182
Garatuza-Payan Jaime	SE01-9	156	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-18	182
Garatuza-Payan Jaime	SE01-13 CARTEL	157	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-20	183
García Abdeslem Juan	EG-46 CARTEL	39	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-21	183
García Abdeslem Juan	VUL-13	148	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-22	183
García Alejandro	GEOPAL-23 CARTEL	82	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-24 CARTEL	184
García Arreola Agesandro	GET-21 CARTEL	66	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-25 CARTEL	184
García Arróliga Norlang M.	RN-32	121	Garduño Monroy Victor Hugo	SE06-26 CARTEL	184
García Arthur Miguel Angel	SIS-28 CARTEL	142	Garduño Monroy Victor Hugo	SE09-11	193
García Bucio María Angélica	AR-6	3	Garduño Monroy Victor Hugo	SE09-17 CARTEL	194
García C. Omar	CCA-35 CARTEL	25	Gargiulo José D.	GGA-8	70
García Calderón Norma Eugenia	CS-2	13	Garza Almanza Victoriano	SE05-2	175
García Castañeda Luis Alberto	SE08-8	187	Gasca Herrera Ángel Eduardo	CCA-5	18
García Castañeda Luis Alberto	SE13-10 CARTEL	213	Gasca Tzitali	RN-44 CARTEL	124
García Chávez Jafet	GEOH-28 CARTEL	57	Gavilanes Juan Carlos	VUL-25 CARTEL	151
García Felipe	GEOPAL-24 CARTEL	83	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-10	105
García Felipe	SE06-13	181	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-12	106
García Felipe	SE06-14	181	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-14	106
García Felipe	SE06-15	182	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-15	106
García Flores Roberto	SE12-11 CARTEL	208	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	SE13-8	212
García García Miguel Angel	GEOQP-6	86	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	SE18-8	230
García García Miguel Angel	GEOQP-37 CARTEL	93	Gaxiola Castro Gilberto	SE14-6	217
García Gómez Beatriz Ixetl	SE16-6	225	Gaxiola Castro Gilberto	SE22-21	245
García Gómez Beatriz Ixetl	SE16-11 CARTEL	227	Gaxiola Castro Gilberto	SE22-26	246
García Gómez Jorge Homero	GEOPAL-11 CARTEL	80	Gaxiola Castro Gilberto	SE22-28	246
García González Rafael	SE03-11	165	Gay García Carlos	CCA-18	21
García Laura	SE06-13	181	Gay García Carlos	SE03-1	164
García Laura	SE06-14	181	Gazca Herrera Luis Alejandro	CCA-5	18
García Laura	SE06-15	182	Gendron Diane	SE22-19	244
García Lopez Ramon Victorino	GEOD-3	47	Gerardo Cortez Noel Adan	GEOD-10 CARTEL	49
García Lopez Ramon Victorino	GEOD-4	47	Gerrrodette Tim	SE22-19	244
García Lopez Ramon Victorino	GEOD-9 CARTEL	48	Gerya Taras	GEOQP-28 CARTEL	91
García Lopez Ramon Victorino	GEOD-10 CARTEL	49	Gibbs Alex	SE20-23	238
García Lopez Ramon Victorino	GEOD-12 CARTEL	49	Gil Eduardo	SE14-2	216
García Martínez Ivonne	CCA-16	21	Gill Thomas E.	CS-10 CARTEL	15
García Martínez Jorge	RN-22	119	Gill Thomas E.	CCA-41 CARTEL	26
García Mendoza Ernesto	SE14-3	216	Gío Argáez Frank Raúl	SE22-33 CARTEL	248
García Montes Luis Matilde	SIS-22	141	Giorgi Filippo	SE02-3	159
García Nathalie	SIS-12	139	Giorgi Filippo	SE02-7	160
García Nava Héctor	OCE-7	105	Giorgi Filippo	SE02-19 CARTEL	162
García Nava Héctor	OCE-8	105	Giron Nava Jose Alfredo	SE22-35 CARTEL	248
García Nava Héctor	SE20-18	237	Gleadow Andrew	GET-20 CARTEL	66
García Nava Héctor	SE20-22	237	Glowacka Ewa	RN-5	115
García Orozco Brenda	SE09-2	191	Glowacka Ewa	SIS-5	137
García Reyes Jose Luis	EG-27	35	Glowacka Ewa	SIS-28 CARTEL	142
García Rosalía	SIS-6	137	Godínez Calderón Ma. de Lourdes	RN-37 CARTEL	123
García Rugeiro Verónica	RN-26	120	Godínez Victor M.	SE22-2	241
García Ruíz Rafael	GEOPAL-3	78	Godínez Victor M.	SE22-4	241
García Serrano Alejandro	EG-1	29	Godínez Victor M.	SE22-9	242
García Serrano Alejandro	EG-4	29	Godínez Victor M.	SE22-14	243
García Serrano Alejandro	MSG-23 CARTEL	100	Godínez Victor M.	SE22-22	245
García Serrano Alejandro	SE18-2	229	Godínez Victor M.	SE22-23	245
García Serrano Alejandro	SE18-5	230	Godínez Victor M.	SE22-27	246
García Serrano Alejandro	SE18-7	230	Goff James	SE09-5	192
García Tenorio Felipe	RN-28	121	Gogichaishvili Avto	AR-18	6
García Tenorio Felipe	VUL-18	149	Gogichaishvili Avto	AR-19	6
García Tenorio Felipe	SE09-1	191	Gogichaishvili Avto	AR-20	6
García Tovar Gloria P.	GEOQP-12	87	Gogichaishvili Avto	AR-21	7
García Velasco Javier	GGA-24 CARTEL	75	Gogichaishvili Avto	AR-22	7
García Víctor Hugo	AR-2	2	Gogichaishvili Avto	AR-26 CARTEL	8
García Víctor Hugo	AR-16	5	Gogichaishvili Avto	AR-27 CARTEL	8
García Víctor Hugo	AR-36 CARTEL	10	Gogichaishvili Avto	AR-28 CARTEL	8
García Víctor Hugo	AR-37 CARTEL	10	Gogichaishvili Avto	AR-29 CARTEL	9

Gogichaishvili Avto	AR-34 CARTEL	9	González López Martina	GEOD-5	48
Gogichaishvili Avto	CS-7	14	González López Martina	RN-46 CARTEL	125
Gogichaishvili Avto	CS-14 CARTEL	16	González Miguel	GET-1	61
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-1	78	González Padilla Raul David	GEOH-21 CARTEL	55
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-2	78	González Partida Eduardo	GGA-1	69
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-3	78	González Partida Eduardo	GGA-7	70
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-5	78	González Partida Eduardo	GGA-17 CARTEL	73
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-6	79	González Partida Eduardo	GGA-18 CARTEL	73
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-7	79	González Partida Eduardo	SE06-12	181
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-8	79	González Rangel José Antonio	GEOPAL-22 CARTEL	82
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-10 CARTEL	80	González Robles Maura	SE02-11	161
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-11 CARTEL	80	González Rodríguez Eduardo	SE08-11 CARTEL	188
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-12 CARTEL	80	González Ruiz Luis Eduardo	GGA-1	69
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-13 CARTEL	80	González Ruiz Luis Eduardo	GGA-16 CARTEL	73
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-17 CARTEL	81	González Ruiz Luis Eduardo	GGA-17 CARTEL	73
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-18 CARTEL	81	González Ruiz Luis Eduardo	GGA-18 CARTEL	73
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-19 CARTEL	82	González Ruiz Luis Eduardo	SE06-12	181
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-20 CARTEL	82	González Yajimovich Oscar	SE04-6	169
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-21 CARTEL	82	González Zuccolotto Karime	GEOH-7	52
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-23 CARTEL	82	González-Esparza Juan Américo	FE-10	44
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-24 CARTEL	83	González-Huesca Alberto Enrique	RN-11	116
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-25 CARTEL	83	González-Huesca Alberto Enrique	RN-12	117
Gogichaishvili Avto	SE09-5	192	González-Morán Tomás	GGA-11	71
Gogorza Claudia	AR-21	7	González-Silvera Adriana	OCE-17 CARTEL	107
Golzarrí Jose Ignacio	RN-14	117	Gracia Adolfo	SE15-9	221
Gómez González Juan Martín	RN-2	114	Gracia Adolfo	SE15-12	222
Gómez Hernández Adán	EG-21	33	Gracia Barrera Ashley David	SE20-17	236
Gómez Hernández Adán	EG-23	34	Gradilla Martínez Luis Carlos	GEOQP-6	86
Gómez Hernández Adán	SIS-1	137	Gradilla Martínez Luis Carlos	GEOQP-37 CARTEL	93
Gómez Hernández Adán	SIS-4	137	Graef Federico	CCA-14	20
Gómez Hernández Adán	SE06-8	180	Graef Federico	SE02-7	160
Gómez Hernández Cecilia Juanita	GEOQP-18	89	Graef Federico	SE02-16 CARTEL	162
Gómez Jose Joaquín	SE06-22	183	Graniel Castro Eduardo	SED-25 CARTEL	135
Gómez Karina	GEOQP-11	87	Graniel Castro Eduardo	SED-27 CARTEL	135
Gómez Ocampo Eliana	SE22-26	246	Grassi Laura	RN-8	116
Gómez Ramos Octavio	CCA-21	22	Greco Catriel	AR-21	7
Gómez Ramos Octavio	MSG-29 CARTEL	101	Greco Catriel	AR-31 CARTEL	9
Gómez Rivera Julio Cesar	GGA-10	71	Grimalsky Volodymyr	CCA-39 CARTEL	25
Gómez Rivera Julio Cesar	GEOPAL-20 CARTEL	82	Grimalsky Volodymyr	EG-56 CARTEL	41
Gómez Rivera María de la Luz	GEOPAL-20 CARTEL	82	Gutter Michel	VUL-34 CARTEL	153
Gómez Rivera María de la Luz	GEOPAL-21 CARTEL	82	Guajardo Bermea Luis Alberto	PALEO-2	110
Gómez Treviño Enrique	EG-5	30	Guardado France Rigoberto	RN-38 CARTEL	123
Gómez Treviño Enrique	EG-17	32	Guardado France Rigoberto	RN-52 CARTEL	126
Gómez Treviño Enrique	EG-37 CARTEL	37	Guardado France Rigoberto	SE14-5	216
Gómez Treviño Enrique	MSG-28 CARTEL	101	Guerrero Guerra César	CCA-10	19
Gómez Treviño Enrique	SE06-6	180	Guerrero Suastegui Martín	SED-4	128
Gómez Valdés José	OCE-3	104	Guerrero Suastegui Martín	SED-17 CARTEL	132
Gómez Valdés José	SE20-10	235	Guevara Alday Jorge Alejandro	SE06-18	182
Gómez Valdés José	SE20-25 CARTEL	238	Guevara Mirna	SE06-19	182
Gómez-Castillo Gemma	RN-7	115	Guillermo Montiel Juan Carlos	CCA-43 CARTEL	26
Gómez-González Federico	MSG-24 CARTEL	101	Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe	GEOQP-5	86
Gómez-González Federico	MSG-25 CARTEL	101	Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe	PALEO-2	110
Gómez-González Federico	MSG-26 CARTEL	101	Gutiérrez Carmona Dulce María Elizabeth	SE06-5	179
Gómez-Valdivia Felipe	SE22-15	243	Gutiérrez Castorena Ma. del Carmen	AR-24	7
Gómez-Valdivia Felipe	SE22-18	244	Gutiérrez Eric	GGA-30 CARTEL	76
Gómez-Vázquez Ángel	VUL-5	146	Gutiérrez Erica	SE14-8	217
González Adriana Gisel	OCE-16	107	Gutiérrez González Araceli	SED-18 CARTEL	132
González Bojórquez Gabriela	GEOD-2	47	Gutiérrez Omar	CCA-3	18
González Díaz María Guadalupe	SED-7	129	Gutiérrez Villanueva Manuel O.	SE16-5	225
González Eduardo	GGA-30 CARTEL	76	Gutiérrez Villanueva Manuel O.	SE22-6	242
González Enriquez Jose Luis	OCE-19 CARTEL	107	Gutiérrez-Neira Carolina	AR-9	4
González Escobar Mario	EG-18	32	Gutiérrez-Pacheco Rafael Bernardo	GEOQP-2	85
González Escobar Mario	EG-47 CARTEL	39	Gutiérrez-Pacheco Rafael Bernardo	SED-15	132
González Escobar Mario	EG-48 CARTEL	39	Guzmán Francisco Siddhartha	FE-5	43
González Escobar Mario	EG-49 CARTEL	39	Guzmán Galindo Tiojari D.	GEOD-4	47
González Escobar Mario	SE08-12 CARTEL	188	Guzmán Speziale Marco	GET-14	64
González Fernández Antonio	EG-3	29	H. Peñaloza Yesenia	CCA-42 CARTEL	26
González Fernández Antonio	EG-19	33	Haller Merrick C.	SE20-19	237
González Fernández Antonio	GET-15	64	Hänsler Andreas	CCA-15	20
González Guevara José Luis	CCA-38 CARTEL	25	Hayden Mary	RN-29	121
González Guevara José Luis	GEOQP-40 CARTEL	94	Heckel-Dziendzielewski Gisela	SE22-21	245
González Guevara José Luis	VUL-20	150	Heredia Martínez Mariana	SIS-36 CARTEL	144
González Guevara José Luis	VUL-27 CARTEL	151	Herguera Juan Carlos	SE04-4	168
González Guevara José Luis	VUL-28 CARTEL	151	Herguera Juan Carlos	SE15-3	220
González Guillermo	SE10-6	198	Herguera Juan Carlos	SE15-4	220
González Guillermo	SE11-14 CARTEL	204	Herguera Juan Carlos	SE15-6	221
González Hernández Galia	AR-30 CARTEL	9	Herguera Juan Carlos	SE15-7	221
González Herrera Raúl	RN-3	114	Herguera Juan Carlos	SE15-10	222
González Huesca Alberto	VUL-1	146	Herguera Juan Carlos	SE15-15	223
González Huizar Hector	SIS-9	138	Herguera Juan Carlos	SE16-7	226
González José Juan	FE-5	43	Hernández Abel F.	GEOH-12	53
González León Carlos Manuel	GEOQP-14	88	Hernández Abel F.	MSG-15	99
González López Gabriela	GEOPAL-21 CARTEL	82	Hernández Aguilar Ernesto Fernando	RN-13	117
González López Martina	EG-13	31	Hernández Almeida Oscar	SE20-1	233
González López Martina	EG-41 CARTEL	38	Hernández Ana Paula	GET-13	64

Hernández Anguiano Jesús Horacio	GEOH-4	51	Hinojosa Corona Alejandro	SE08-12 CARTEL	188
Hernández Antonio Arturo	GEOQP-3	85	Hinojosa Corona Alejandro	SE13-10 CARTEL	213
Hernández Ayón Martín	SE14-6	217	Hinojosa Corona Alejandro	SE20-15	236
Hernández Ayón Martín	SE14-7	217	Hinojosa García Hector	SE12-8	208
Hernández Ayón Martín	SE15-3	220	Hinojosa Prieto Hector	SE12-8	208
Hernández Ayón Martín	SE22-10	242	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-19	140
Hernández Ayón Martín	SE22-31	247	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-20	140
Hernández Cardona Arnaldo	VUL-6	146	Hjörleifsdóttir Vala	SE10-2	197
Hernández Cervantes Estefanía	CS-2	13	Hjörleifsdóttir Vala	SE10-3	197
Hernández Díaz María Candelaria	SIS-31 CARTEL	143	Hole John A	EG-19	33
Hernández Esteban	AR-14	5	Honegger David A.	SE20-19	237
Hernández Estrada Andrés Felipe	SIS-3	137	Huante Arana Francisco Enrique	EG-9	30
Hernández Flores Ana Paula	SE09-13	194	Huante Arana Francisco Enrique	EG-10	31
Hernández García Guillermo de Jesus	MSG-3	96	Huante Arana Francisco Enrique	EG-38 CARTEL	37
Hernández Grajales Meztli	AR-15	5	Huber-Sannwals Elisabeth	GGA-2	69
Hernández Grajales Meztli	AR-17	6	Hudnut Kenneth	GET-13	64
Hernández Grajales Meztli	AR-30 CARTEL	9	Huerta Díaz Miguel Angel	SE14-7	217
Hernández H. Jesús A.	SE06-1	179	Huerta Díaz Miguel Angel	SE14-8	217
Hernández José Ramón	RN-47 CARTEL	125	Huerta Díaz Miguel Angel	SE15-14	223
Hernández Juárez Norma Lucina	SE04-21 CARTEL	172	Huerta Díaz Miguel Angel	SE22-31	247
Hernández Madrigal Víctor Manuel	RN-8	116	Huerta-García Josefina	RN-41 CARTEL	124
Hernández Madrigal Víctor Manuel	RN-15	117	Huizar Hector	SE11-9 CARTEL	202
Hernández Madrigal Víctor Manuel	RN-33 CARTEL	122	Husker Allen	SE10-5	197
Hernández Madrigal Víctor Manuel	RN-34 CARTEL	122	Husker Allen	SE10-6	198
Hernández Martínez Rufina	CCA-34 CARTEL	24	Husker Allen	SE10-7	198
Hernández Medina Francisco	GEOQP-22	90	Husker Allen	SE10-11 CARTEL	199
Hernández Mena Leonel	CCA-12	20	Husker Allen	SE10-12 CARTEL	199
Hernández Méndez Zuleyma Carolina	CCA-11	20	Husker Allen	SE10-13 CARTEL	199
Hernández Méndez Zuleyma Carolina	CCA-40 CARTEL	25	Husker Allen	SE11-14 CARTEL	204
Hernández Moreno Ma. de los Angeles	CS-16 CARTEL	16	Ibañez Acevedo Yidanes Alejandra	SE05-4	175
Hernández Moreno Ma. de los Angeles	SE03-11	165	Ibarra Fernández Miguel Sócrates	RN-18	118
Hernández Muñoz Jonathan	GGA-20 CARTEL	74	Ibarra Georgina	AR-38 CARTEL	10
Hernández Oscoy Ariadna	EG-41 CARTEL	38	Ibarra Morales Emilio	AR-24	7
Hernández Oscoy Ariadna	VUL-30 CARTEL	152	Ibarra Morales Emilio	AR-32 CARTEL	9
Hernández Pérez Cindy Fabiola	SE22-33 CARTEL	248	Ibarra Ortega Héctor Enrique	FE-7	43
Hernández Quintero Juan Esteban	AR-25 CARTEL	8	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-16	139
Hernández Quintero Juan Esteban	EG-1	29	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-17	140
Hernández Quintero Juan Esteban	EG-2	29	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-19	140
Hernández Quintero Juan Esteban	EG-34 CARTEL	36	Iglesias Mendoza Arturo	VUL-10	147
Hernández Quintero Juan Esteban	GEOPAL-26 CARTEL	83	Iglesias Mendoza Arturo	SE11-11 CARTEL	203
Hernández Rosales Arturo	CCA-43 CARTEL	26	Inda Díaz Emilio A.	SE20-1	233
Hernández Rosales Arturo	CCA-44 CARTEL	26	Inda Díaz Emilio A.	SE22-25	246
Hernández Rosales Arturo	CCA-45 CARTEL	27	Inda Díaz Héctor Alejandro	OCE-6	104
Hernández Sánchez Juan Carlos	SE08-13 CARTEL	188	Inguaggiato Salvatore	VUL-8	147
Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-27 CARTEL	91	Iriondo Alexander	GEOQP-36 CARTEL	93
Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-38 CARTEL	93	Iriondo Alexander	SE12-10 CARTEL	208
Hernández Treviño Teodoro	SE12-5	207	Iriondo Alexander	SE12-11 CARTEL	208
Hernández Uribe David	GEOQP-1	85	Islas Maria	RN-50 CARTEL	126
Hernández Uribe David	GEOQP-31 CARTEL	92	Ismael Hernández Eduardo	SIS-31 CARTEL	143
Hernández Vásquez Francisco	SE20-1	233	Ismael Hernández Eduardo	SIS-36 CARTEL	144
Hernández Víctor	SE11-13 CARTEL	203	Isordia Jasso María Isabel	SE18-6	230
Hernández Vulpes Azucena María	RN-37 CARTEL	123	Israde Alcántara Isabel	CS-14 CARTEL	16
Hernández Walls Rafael	OCE-16	107	Israde Alcántara Isabel	PALEO-6 CARTEL	111
Hernández Walls Rafael	SE14-1	216	Ito Yoshihiro	SE10-4	197
Hernández Zavala María Elizabeth	SE18-6	230	Ivanova Dorothea	SE01-12 CARTEL	157
Hernández-Bernal María del Sol	GGA-10	71	Izaguirre Aldo	SE12-10 CARTEL	208
Hernández-Bernal María del Sol	GGA-28 CARTEL	76	Izaguirre Aldo	SE12-11 CARTEL	208
Hernández-Bernal María del Sol	GEOQP-23 CARTEL	90	Jacob Daniela	CCA-15	20
Hernández-Bernal María del Sol	GEOQP-24 CARTEL	90	Jacobo Albarrán Jorge	SE09-1	191
Hernández-Escampa Marco	AR-13	5	Jacobsen Geraldine	SE09-5	192
Hernández-Espriú Antonio	GEOH-10	53	Jácome Paz Mariana Patricia	VUL-8	147
Hernández-Espriú Antonio	SE18-2	229	Jácome Paz Mariana Patricia	SE06-10	180
Hernández-López Martha Elizabeth	SED-25 CARTEL	135	Jacques Ayala César	SED-5	129
Hernández-Silva Gilberto	GGA-5	70	Jacques Ayala César	SE12-1	206
Herraiz Sarachaga Miguel	SIS-27 CARTEL	142	Jaimes Gerardo	EG-31	35
Herrera-Urbina Saúl	SE12-6	207	Jaimes Lugo Marlyne J.	SE12-2	206
Herrera Barrientos Fernando	EG-17	32	Jaimes Téllez Miguel Ángel	SE09-15	194
Herrera Barrientos Fernando	SE13-7	212	Javalera-Rincón Fabiola	SE01-13 CARTEL	157
Herrera Becerra Alberto Arturo	MSG-17 CARTEL	99	Jenchen Uwe	SED-4	128
Herrera Becerra Alberto Arturo	MSG-18 CARTEL	99	Jenchen Uwe	SED-18 CARTEL	132
Herrera Charles Roberto	SE20-28 CARTEL	239	Jenchen Uwe	SED-21 CARTEL	133
Herrera Ramírez Edson	PALEO-7 CARTEL	111	Jerónimo de la Rosa Rafael	GET-8	62
Herrera Revilla Ismael	MSG-1	96	Jeyakumar Solai	FE-11	44
Herrera Revilla Ismael	MSG-2	96	Ji Chen	SE10-2	197
Herrera Revilla Ismael	MSG-3	96	Jiménez Escalona José Carlos	SE08-3	186
Herrera Revilla Ismael	MSG-5	96	Jiménez Escalona José Carlos	SE08-13 CARTEL	188
Herrera Rico Karla Jazmín	SED-3	128	Jiménez Escalona José Carlos	SE08-14 CARTEL	188
Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-12	53	Jiménez Gabriel	GEOH-21 CARTEL	55
Herrera Zamarrón Graciela	MSG-3	96	Jiménez Gabriel	SIS-2	137
Herrera Zamarrón Graciela	MSG-15	99	Jiménez Gerardo	AR-16	5
Herzka Sharon	SE15-10	222	Jiménez Haro Adrián	SE06-16	182
Herzka Sharon	SE15-11	222	Jiménez Haro Adrián	SE06-20	183
Herzka Sharon	SE16-8	226	Jiménez Haro Adrián	SE06-21	183
Hinojosa Carlos	AR-35 CARTEL	10	Jiménez Haro Adrián	SE06-24 CARTEL	184
Hinojosa Corona Alejandro	SE08-8	187	Jiménez Haro Adrián	SE06-25 CARTEL	184

Jiménez Haro Adrián	SE06-26 CARTEL	184	Lázaro Mancilla Octavio	EG-19	33
Jiménez Juan Carlos	VUL-4	146	Leal Bautista Rosa María	GEOH-3	51
Jiménez Juan Carlos	VUL-19	150	Ledesma Herrera Karina	SE09-1	191
Jiménez Moleón María Del Carmen	GEOH-6	52	Ledesma Vázquez Jorge	SED-8	130
Jiménez Rosenberg Sylvia Patricia A.	SE15-11	222	Ledesma Vázquez Jorge	SE22-33 CARTEL	248
Jiménez-Illescas Ángel Rafael	OCE-10	105	Leeman William	GEOQP-28 CARTEL	91
Jiménez-Illescas Ángel Rafael	OCE-14	106	Legrand Denis	VUL-10	147
Jon Selvas Juan	VUL-4	146	Legrand Denis	SE10-7	198
Jon Selvas Juan	SE03-11	165	Leise Theresa	AR-12	4
Jon Selvas Juan	SE11-12 CARTEL	203	Lemus Neri Victor H.	SE04-21 CARTEL	172
José Ríos Mauricio	SE03-11	165	León Cruz José Francisco	CCA-24	22
Juárez Araiza Braulio	SE20-10	235	León Soto Gerardo	SIS-18	140
Juárez Arriaga Edgar	SED-23 CARTEL	134	León Soto Gerardo	SE06-8	180
Juárez Erick	GEOPAL-4	78	León-Chávez Cristina Alicia	SE22-14	243
Juárez Faustino	RN-14	117	Leonardo Suárez Miguel	RN-22	119
Juárez Faustino	RN-50 CARTEL	126	Leonardo Suárez Miguel	SE09-16	194
Juárez García Bernabé	VUL-31 CARTEL	152	Leriché Vázquez Renato	MSG-6	96
Juárez García Bernabé	SE11-13 CARTEL	203	Lermo Javier	SIS-7	138
Juárez Gerónimo Jazmin	RN-50 CARTEL	126	Lermo Javier	SE06-9	180
Juárez Luis	GP-1 CARTEL	59	Leung Ruby	SE02-2	159
Juárez Téllez Francisco Javier	EG-52 CARTEL	40	Leyva Camacho Osvaldo	SE05-4	175
Juárez Tenoch	OCE-11	105	Leyva Sánchez Elia	CCA-25	22
Juárez Tenoch	OCE-22 CARTEL	108	Li Yanmei	GEOH-14	54
Juárez Zúñiga Alan	SIS-34 CARTEL	143	Li Yanmei	SED-2	128
Judge Jasmeet	SE08-3	186	Lillo Iván	SE09-7	192
Juncosa Rivera Ricardo	GEOH-4	51	Linacre Lorena	SE15-6	221
Karlovich Yuri	FE-2	43	Linacre Lorena	SE15-7	221
Karlovich Yuri	FE-4	43	Linares Pérez Juan Eduardo	MSG-10	97
Kemna Andreas	GGA-26 CARTEL	75	Lira Alejandra	SE20-26 CARTEL	238
Kendy Eloise	SE13-2	211	Livneh Ben	SE01-5	155
Kirschbaum Alicia	GGA-21 CARTEL	74	Lizárraga Carlos	SE03-3	164
Kluesner Jared	GET-4	61	Llopa Marta	SE02-19 CARTEL	162
Kohn Barry	GET-20 CARTEL	66	Lomeli Banda Marcelo Antonio	SE13-13 CARTEL	213
Koshova Svitlana	CCA-39 CARTEL	25	Lomtadize Ekaterina	SED-12	131
Koshova Svitlana	EG-56 CARTEL	41	Long Joseph	SE20-23	238
Kostoglodov Vladimir	SE09-10	193	Lonsdale Peter	GET-4	61
Kostoglodov Vladimir	SE10-5	197	Lonsdale Peter	GET-15	64
Kostoglodov Vladimir	SE10-6	198	López Aide	EG-7	30
Kostoglodov Vladimir	SE10-7	198	López Álvarez Alejandro	SE05-7	176
Kostoglodov Vladimir	SE10-13 CARTEL	199	López Álvarez Briseida	GEOH-17 CARTEL	54
Kostoglodov Vladimir	SE11-14 CARTEL	204	López Álvarez Briseida	GEOH-23 CARTEL	56
Kotsarenko Anatoliy	CCA-39 CARTEL	25	López Balbiaux Nayeli	SE04-13	170
Kotsarenko Anatoliy	EG-56 CARTEL	41	López Balbiaux Nayeli	SE04-21 CARTEL	172
Kral Anna	AR-12	4	López Ceja Juan Carlos	GEOD-5	48
Kretzschmar Thomas Gunter	CCA-34 CARTEL	24	López Cruz Abeyro José Antonio	FE-7	43
Kucienska Beata	CCA-6	19	López Díaz Jazmín	SED-18 CARTEL	132
Kucienska Beata	SE18-4	229	López Díaz Jazmín	SED-22 CARTEL	134
Kurczyn Alejandro	SE22-28	246	López Dina L.	EG-3	29
Labastida Núñez Israel	GGA-19 CARTEL	73	López Doncel Rubén Alfonso	AR-3	2
Labastida Núñez Israel	GGA-22 CARTEL	74	López Doncel Rubén Alfonso	AR-12	4
Lacan Pierre	EG-44 CARTEL	38	López Doncel Rubén Alfonso	SED-3	128
Lacan Pierre	SE09-12	193	López Espinoza Erika Danaé	CCA-21	22
Laclavetine Kilian	AR-1	2	López Espinoza Erika Danaé	CCA-37 CARTEL	25
Lacruz Vargas Marco Antonio	GET-8	62	López Espinoza Erika Danaé	MSG-29 CARTEL	101
Ladah Lydia	SE14-4	216	López Gerardo	SIS-36 CARTEL	144
Ladah Lydia	SE22-13	243	López González José	SE20-24	238
Lago Cameselle Alejandra	EG-21	33	López González José	SE20-26 CARTEL	238
Lagos Marcelo	SE09-5	192	López Hernández Aída	SE06-11	181
Lagos Marcelo	SE09-7	192	López Loera Héctor	EG-42 CARTEL	38
Lagos Marcelo	SE09-8	192	López Loera Héctor	EG-43 CARTEL	38
Lahmers Timothy	SE02-5	159	López Loera Héctor	GEOH-1	51
Lambert Arista Alejandro Adolfo	CCA-25	22	López Loera Héctor	VUL-3	146
Lara Huerta Karen Cecilia	SIS-1	137	López López Alberto	CCA-12	20
Lara Lara José Rubén	SE14-6	217	López Mariscal Juan Manuel	SE14-3	216
Lara Lara José Rubén	SE15-6	221	López Mariscal Manuel	SE16-1	225
Lara Lara José Rubén	SE15-7	221	López Mariscal Manuel	SE16-5	225
Lares María Lucila	SE14-8	217	López Mariscal Manuel	SE20-7	234
Lares María Lucila	SE15-2	220	López Mariscal Manuel	SE22-6	242
Larrinaga Arce Luis Antonio	SIS-33 CARTEL	143	López Martínez Margarita	GET-4	61
Laurel Jorge Armando	RN-27	120	López Martínez Margarita	GEOQP-6	86
Lavana Cardenas Juan Carlos	CCA-39 CARTEL	25	López Martínez Margarita	GEOQP-13	88
Lavaniegos Bertha	SE14-6	217	López Martínez Margarita	GEOQP-26 CARTEL	91
Lavín Miguel	SE14-4	216	López Martínez Margarita	GEOQP-36 CARTEL	93
Lavín Miguel	SE22-3	241	López Martínez Margarita	GEOQP-37 CARTEL	93
Lavín Miguel	SE22-4	241	López Miguel Celia	RN-10	116
Lavín Miguel	SE22-8	242	López Montes Rebeca	FE-7	43
Lavín Miguel	SE22-9	242	López Montes Rebeca	FE-9	44
Lavín Miguel	SE22-10	242	López Ortiz Jesualdo Yair	EG-24	34
Lavín Miguel	SE22-22	245	López Portela Cynthia	FE-6	43
Lavín Miguel	SE22-25	246	López Quiroz Penélope	GEOD-7	48
Lavín Miguel	SE22-34 CARTEL	248	López Quiroz Penélope	SIS-24	141
Lawton Timothy F.	SED-20 CARTEL	133	López Quiroz Penélope	SE08-7	187
Layer Paul	SE06-14	181	López Rodríguez Flor	EG-40 CARTEL	37
Layer Paul	SE06-15	182	López Sagastegui Catalina	SE22-35 CARTEL	248
Lázaro Mancilla Octavio	EG-3	29	López Sánchez Ricardo	RN-46 CARTEL	125

López Saucedo Felipe de Jesús	GEOQP-5	86	Mariño Tapia Ismael	SE20-11	235
López Saucedo Felipe de Jesús	GEOQP-18	89	Marinone Silvio Guido Lorenzo	SE22-3	241
López Saucedo Felipe de Jesús	GEOQP-19	89	Marinone Silvio Guido Lorenzo	SE22-20	245
López Saucedo Felipe de Jesús	GEOQP-20	89	Marinone Silvio Guido Lorenzo	SE22-32	248
López Tamayo Alejandro	GEOH-3	51	Márquez Amaru	SE22-23	245
López-Caloca Alejandra	GGA-11	71	Márquez López Maleny	GET-8	62
López-Lena Ruben	SE11-2	201	Márquez Victor Hugo	SIS-26 CARTEL	142
López-Mercado María E.	SE01-13 CARTEL	157	Márquez Victor Hugo	SIS-28 CARTEL	142
López-Veneroni Diego	SE15-10	222	Márquez Victor Hugo	SIS-32 CARTEL	143
Loponte Daniel	GEOPAL-7	79	Martín Atienza Beatriz	OCE-16	107
Lora Fabio Duvan	FE-5	43	Martín Barajas Arturo	EG-49 CARTEL	39
Lozada Antonio	EG-11	31	Martín Barajas Arturo	SED-12	131
Lozada Antonio	EG-13	31	Martin Roland	EG-27	35
Lozada Antonio	EG-41 CARTEL	38	Martínez Alcalá José Antonio	OCE-7	105
Lozada Antonio	GEOD-5	48	Martínez Alcalá José Antonio	SE22-17	244
Lozada Antonio	VUL-24	151	Martínez Arroyo María Amparo	SE24-4	252
Lozano García María del Socorro	SE03-7	165	Martínez Benjamin	SE03-6	164
Lozano García María del Socorro	SE03-12 CARTEL	166	Martínez Carrillo Diego	GEOQP-22	90
Lozano García María del Socorro	SE04-2	168	Martínez Cuevas Fernando	GEOQP-33 CARTEL	92
Lozano García María del Socorro	SE04-3	168	Martínez Díaz de León Asdrubal	SE14-10 CARTEL	217
Lozano García María del Socorro	SE04-14	170	Martínez Díaz de León Asdrubal	SE20-22	237
Lozano García María del Socorro	SE04-15	171	Martínez Flores Guillermo	CCA-9	19
Lozano García María del Socorro	SE04-18 CARTEL	171	Martínez Flores Guillermo	RN-35 CARTEL	122
Lozano García María del Socorro	SE04-23 CARTEL	172	Martínez Flores Guillermo	SE08-2	186
Lozano Santacruz Rufino	GEOQP-39 CARTEL	94	Martínez Flores Víctor Rosario	GEOD-9 CARTEL	48
Lozano Santacruz Rufino	SE04-22 CARTEL	172	Martínez G. Fernández	AR-28 CARTEL	8
Luévanos Pacheco Valeria Anahí	SE06-3	179	Martínez García Baltazar	CS-8 CARTEL	14
Lugo Zazueta Raul Ernesto	GET-20 CARTEL	66	Martínez Gómez Jesus Daniel	SE18-9 CARTEL	231
Lugo de la Fuente Jorge Alberto	CS-3	13	Martínez González José Antonio	SIS-31 CARTEL	143
Lugo-Escorcía Livia D.	SE01-13 CARTEL	157	Martínez Jiménez Jessica	SE02-10	160
Luna-Niño Rosa Beatriz	SE02-8	160	Martínez José	SIS-7	138
Luong Thang	SE02-5	159	Martínez José	SE05-6	176
Macario Laura	SE04-3	168	Martínez Julio	GEOH-1	51
Machain Maria Luisa	SE04-8	169	Martínez López Aída	OCE-13	106
Machain Maria Luisa	SE09-5	192	Martínez López Aída	SE04-5	168
Macías Felipe Martha Elena	GGA-20 CARTEL	74	Martínez López Benjamín	CCA-10	19
Macías José Luis	GEOPAL-23 CARTEL	82	Martínez López Benjamín	CCA-13	20
Macías José Luis	RN-28	121	Martínez López Benjamín	OCE-4	104
Macías José Luis	RN-47 CARTEL	125	Martínez López Benjamín	SE03-3	164
Macías José Luis	VUL-3	146	Martínez López Benjamín	SE03-9	165
Macías José Luis	VUL-18	149	Martínez López María de Jesus	GEOQP-5	86
Macías José Luis	VUL-25 CARTEL	151	Martínez López María del Rosario	SIS-15	139
Macías José Luis	SE06-13	181	Martínez Lorenzo Luz Elva	AR-25 CARTEL	8
Macías José Luis	SE06-14	181	Martínez Lorenzo Luz Elva	EG-34 CARTEL	36
Macías José Luis	SE06-15	182	Martínez Martínez Evelio	SE08-12 CARTEL	188
Macías José Luis	GET-8	62	Martínez Mirón Yleana Claudia	GEOQP-40 CARTEL	94
Macías Moreno Marco Antonio	GEOQP-7	86	Martínez Ramírez Ángeles	GEOH-28 CARTEL	57
Macías Romo Consuelo	GEOPAL-13 CARTEL	80	Martínez Raymundo G.	GEOQP-11	87
Maciel Rafael	GEOPAL-18 CARTEL	81	Martínez René	CS-1	13
Maciel Rafael	SE06-16	182	Martínez Resendiz Emma Vanesa	CS-13 CARTEL	15
Maciel Rivera Addí Emanuel	GGA-24 CARTEL	75	Martínez Resendiz Emma Vanesa	GEOQP-13	88
Maciel-Fores Roberto	SIS-11	138	Martínez Retama Silvia	EG-12	31
Madrid Juan Antonio	GEOH-5	52	Martínez Retama Silvia	EG-14	31
Magallanes-Miranda Brenda	GEOH-18 CARTEL	55	Martínez Retama Silvia	GEOQP-34 CARTEL	92
Magallanes-Miranda Brenda	SE05-11 CARTEL	177	Martínez Reyes José	SE05-3	175
Magar Vanesa	MSG-29 CARTEL	101	Martínez Reyes José	SE05-5	176
Magariños-Lamas Fernando	GEOH-19 CARTEL	55	Martínez Reyes José	SE05-12 CARTEL	177
Mahlknecht Jürgen	GEOQP-3	85	Martínez Reyes Juan Jose	SED-2	128
Mahlknecht Jürgen	EG-44 CARTEL	38	Martínez Reyes Juventino	GEOH-15	54
Maldonado Rafael Felix	GEOQP-1	85	Martínez Reyes Juventino	GEOH-20 CARTEL	55
Maldonado Villanueva Roberto	GEOQP-30 CARTEL	91	Martínez Reyes Juventino	SE23-1 CARTEL	250
Maldonado Villanueva Roberto	GEOQP-31 CARTEL	92	Martínez Serrano Raymundo Gerardo	GEOQP-12	87
Maldonado Villanueva Roberto	SE12-4	206	Martínez Serrano Raymundo Gerardo	GEOQP-38 CARTEL	93
Mancera María Magdalena	GEOH-8	52	Martínez Sosa Jorge Alejandro	CCA-20	21
Mandal Arpita	RN-25	120	Martínez Sosa Jorge Alejandro	CCA-28	23
Mandal Arpita	SE02-9	160	Martínez Yrizar Diana	AR-24	7
Manea Marina	GEOQP-28 CARTEL	91	Martínez Yrizar Diana	AR-32 CARTEL	9
Manea Marina	VUL-12	148	Martínez Zarate Oscar	GEOQP-22	90
Manea Vlad Constantin	GEOQP-28 CARTEL	91	Martínez-Alba Minerva Elizabeth	GET-27 CARTEL	67
Manea Vlad Constantin	VUL-12	148	Martínez-Flores Isay Alan	AR-32 CARTEL	9
Manrique Ortega Mayra Dafne	AR-5	3	Martínez-Paco Margarita	SED-4	128
Manrique Ortega Mayra Dafne	AR-6	3	Martínez-Santos Pedro	GEOH-10	53
Manzanilla Linda Rosa	AR-4	2	Martínez-Trinidad Sergio	GGA-5	70
Mapes Brian	SE01-3	155	Mascarenhas Affonso	SE22-6	242
Mariano Matias Manuel	SE14-6	217	Mascarenhas Affonso	SE22-12	243
Marín Herrera Ricardo	GGA-13	72	Mata Saavedra Dante	OCE-19 CARTEL	107
Marín Lozano Erasto Alfonso	CCA-5	18	Mateos Farfán Efraín	CCA-19	21
Marín Stillman Luis Ernesto	GEOH-3	51	Mateos Farfán Efraín	CCA-26	23
Marín-Leyva Alejandro Hiram	PALEO-3	110	Mateos Farfán Efraín	CCA-31 CARTEL	24
Marínez-Medina Mónica	RN-28	121	Mateos Farfán Efraín	SE14-9 CARTEL	217
Mariño Tapia Ismael	SE20-2	233	Mateos-Jasso Adriana	SE20-8	234
Mariño Tapia Ismael	SE20-3	233	Mattioli Glen S.	SE11-1	201
Mariño Tapia Ismael	SE20-5	233	Mauvois Guitteaud Anatole Roger	EG-41 CARTEL	38
Mariño Tapia Ismael	SE20-6	234	Maya Magaña María Eugenia	SE02-11	161
Mariño Tapia Ismael	SE20-9	234	Maya-Hernández Roberto	GEOQP-42 CARTEL	94

Mayer Sergio	SE11-6 CARTEL	202	Miret Daniel	SE20-9	234
Maynez Rojas Miguel Ángel	AR-5	3	Miriello Domenico	AR-4	2
Maynez Rojas Miguel Ángel	AR-6	3	Mitchell David	SE01-2	155
Mazzoldi Alberto	SE06-17	182	Mitchell David	SE01-12 CARTEL	157
Mazzoldi Alberto	SE06-18	182	Mitchell Neil	RN-51 CARTEL	126
Mazzoldi Alberto	SE06-22	183	Mitchell Neil	SE10-8 CARTEL	198
McClung de Tapia Emily	AR-24	7	Mitrani Viggiano Alejandro	AR-6	3
McClung de Tapia Emily	AR-36 CARTEL	10	Mitrani Viggiano Alejandro	AR-7	3
McClung de Tapia Emily	AR-37 CARTEL	10	Mitre Salazar Luis Miguel	GEOH-20 CARTEL	55
McDowell Fred W.	SE12-11 CARTEL	208	Mitre Salazar Luis Miguel	SE23-1 CARTEL	250
Meave Castillo Susana	AR-18	6	Modesto Cesar	GEOH-8	52
Medina Fernández Claudia Roxana	SE06-4	179	Modesto Cesar	GGA-23 CARTEL	74
Medina Romero Erik	GGA-3	69	Molina Garza Roberto	GET-5	62
Medina-Sánchez Maricruz	AR-9	4	Molina Garza Roberto	GEOPAL-14 CARTEL	81
Mejía Angeles Catalina	SIS-23	141	Molina Garza Roberto	GEOPAL-15 CARTEL	81
Mejía Appel Gabriela	AR-15	5	Molina Garza Roberto	GEOPAL-16 CARTEL	81
Mejía Appel Gabriela	AR-17	6	Molina Maldonado Sergio	AR-12	4
Mejía Appel Gabriela	AR-30 CARTEL	9	Molina Saucedo Edgardo	GEOD-4	47
Mejía John	CCA-1	18	Monaghan Andrew	RN-29	121
Mejía Víctor	RN-27	120	Monjardin Quevedo Jesus Gpe	GEOD-9 CARTEL	48
Mejía-Ambriz Julio César	FE-10	44	Monreal Arvizu Isaías	GGA-27 CARTEL	75
Melgar Diego	SIS-16	139	Monreal Jiménez Rosalinda	SE13-9 CARTEL	212
Membrillo Abad Alejandra Selene	SE06-7	180	Monroy Emir	GEOQP-11	87
Mena Mabel	GEOPAL-1	78	Monroy-Martínez José	MSG-30 CARTEL	102
Méndez Delgado Sóstenes	EG-5	30	Monsiváis Huertero Alejandro	SE08-3	186
Méndez Delgado Sóstenes	EG-35 CARTEL	36	Monsiváis Huertero Alejandro	SE08-13 CARTEL	188
Méndez Delgado Sóstenes	EG-37 CARTEL	37	Monsiváis Huertero Alejandro	SE08-14 CARTEL	188
Méndez Delgado Sóstenes	GEOQP-9	87	Montalvo Arrieta Juan Carlos	GEOH-11	53
Méndez Delgado Sóstenes	MSG-19 CARTEL	100	Montalvo Arrieta Juan Carlos	MSG-22 CARTEL	100
Méndez Delgado Sóstenes	MSG-28 CARTEL	101	Montalvo Arrieta Juan Carlos	RN-2	114
Méndez Estrada Karla M.	RN-32	121	Montalvo Arrieta Juan Carlos	SE11-10 CARTEL	203
Méndez Orduña David	GET-12	63	Montaña Cortés Carolina	SE22-20	245
Méndez Velarde Sergio	GGA-6	70	Montaña Cortés Paola Catalina	GEOPAL-15 CARTEL	81
Méndez-Barroso Luis	SE01-9	156	Montero Martínez Martín José	CCA-19	21
Méndez-Pérez Juan Matías	SE02-8	160	Montero Martínez Martín José	SE02-10	160
Méndez-Turrubiates Raúl Fernando	SE02-8	160	Montero Martínez Martín José	SE03-3	164
Mendiola Fabiola	SE06-15	182	Monterrubio Velasco Marisol	SIS-32 CARTEL	143
Mendo Pérez Gerardo Manuel	VUL-29 CARTEL	152	Montes Jorge	SE22-24	246
Mendoza Abraham	GEOQP-41 CARTEL	94	Montiel Álvarez Aideliz Marimar	EG-1	29
Mendoza Borunda Ramón	RN-7	115	Montiel Edgar	RN-17	118
Mendoza Borunda Ramón	SIS-30 CARTEL	142	Montijo González Alejandra	PALEO-7 CARTEL	111
Mendoza Camberos Antonio	SE11-7 CARTEL	202	Montijo González Alejandra	PALEO-8 CARTEL	111
Mendoza Cantú Manuel E.	RN-33 CARTEL	122	Montoya Raul	SE22-29	247
Mendoza Carlos	SIS-15	139	Montoya Valenzuela Jose Adalberto	EG-47 CARTEL	39
Mendoza Carlos	SIS-24	141	Monzalvo Lizete	VUL-24	151
Mendoza Carvajal Antonio de Jesús	SE11-11 CARTEL	203	Monzon Cesar	CCA-17	21
Mendoza Garcilazo Luis	SE08-8	187	Monzon Cesar	OCE-20 CARTEL	107
Mendoza Ortega Blanca Emma	FE-12	44	Monzon Cesar	SE22-11	243
Mendoza Ponce E. Tonatiuh	SE20-12	235	Mora Chaparro Juan Carlos	RN-3	114
Mendoza Ponce E. Tonatiuh	SE20-13	235	Mora Chaparro Juan Carlos	RN-16	118
Mendoza Ponce E. Tonatiuh	SE20-16	236	Mora Chaparro Juan Carlos	RN-33 CARTEL	122
Mendoza Ponce E. Tonatiuh	SE20-17	236	Mora González Ignacio	RN-22	119
Mendoza Uribe Indalecio	GEOD-6	48	Morales Acoltzi Tomás	MSG-30 CARTEL	102
Mendoza Uribe Indalecio	SE02-12	161	Morales Acuña Enrique De Jesús	CCA-9	19
Mendoza Víctor	CCA-7	19	Morales Barrera Wendy Vanesa	EG-33 CARTEL	36
Mendoza Víctor	SE03-4	164	Morales Casique Eric	GEOH-12	53
Meneses Elias	SE09-13	194	Morales Casique Eric	GEOH-25 CARTEL	56
Mercado Alfredo	OCE-17 CARTEL	107	Morales Casique Eric	MSG-15	99
Merlo-Mejía Jorge Luis	MSG-24 CARTEL	101	Morales Diana	SE05-13 CARTEL	177
Merlo-Mejía Jorge Luis	MSG-25 CARTEL	101	Morales Hernández Claudia	RN-4	114
Merlo-Mejía Jorge Luis	MSG-26 CARTEL	101	Morales Iglesias Horacio	CCA-22	22
Metivier Ludovic	MSG-14	98	Morales Iglesias Horacio	SE03-11	165
Metivier Ludovic	SIS-10	138	Morales Juan	AR-18	6
Mexicano Vargas Lourdes	SE13-10 CARTEL	213	Morales Juan	AR-19	6
Meyer Arent Klaus	SE20-13	235	Morales Juan	AR-20	6
Meza Israel	VUL-34 CARTEL	153	Morales Juan	AR-21	7
Meza-Padilla José Rafael	SE20-15	236	Morales Juan	AR-22	7
Meza-Padilla José Rafael	SE20-27 CARTEL	238	Morales Juan	AR-26 CARTEL	8
Mijares Arellano Horacio	SIS-36 CARTEL	144	Morales Juan	AR-27 CARTEL	8
Mikhail Ostrooumov	SIS-23	141	Morales Juan	AR-28 CARTEL	8
Millán Motolinía María del Carmen	SE10-8 CARTEL	198	Morales Juan	AR-29 CARTEL	9
Millán Núñez Eduardo	SE15-5	220	Morales Juan	AR-34 CARTEL	9
Millán-Núñez Roberto	OCE-17 CARTEL	107	Morales Juan	CS-7	14
Miller Meghan	SE11-1	201	Morales Juan	GGA-10	71
Mimbela López Juan	SE18-8	230	Morales Juan	GGA-28 CARTEL	76
Minjares Rivera Víctor Arturo	RN-4	114	Morales Juan	GEOPAL-1	78
Minjarez Carlos	SE01-10	156	Morales Juan	GEOPAL-2	78
Minjarez Sosa Jose Ismael	PALEO-8 CARTEL	111	Morales Juan	GEOPAL-3	78
Miranda Ramos José Fernando	EG-12	31	Morales Juan	GEOPAL-5	78
Miranda-Avilés Raúl	GGA-13	72	Morales Juan	GEOPAL-6	79
Miranda-Avilés Raúl	SED-2	128	Morales Juan	GEOPAL-7	79
Miranda-Avilés Raúl	SED-24 CARTEL	134	Morales Juan	GEOPAL-10 CARTEL	80
Mireles Fernando	GGA-4	69	Morales Juan	GEOPAL-11 CARTEL	80
Mireles Loera Ignacio Omar	OCE-20 CARTEL	107	Morales Juan	GEOPAL-12 CARTEL	80
Mireles Omar	CCA-35 CARTEL	25	Morales Juan	GEOPAL-13 CARTEL	80

Morales Juan	GEOPAL-17 CARTEL	81	Niño Rodríguez Edgar	GEOQP-19	89
Morales Juan	GEOPAL-18 CARTEL	81	Niño Rodríguez Edgar	GEOQP-20	89
Morales Juan	GEOPAL-19 CARTEL	82	Nooren Kees	AR-33 CARTEL	9
Morales Juan	GEOPAL-20 CARTEL	82	Noureddine Hassini	CCA-33 CARTEL	24
Morales Juan	GEOPAL-21 CARTEL	82	Nova Rodriguez Giovanny	GEOPAL-16 CARTEL	81
Morales Juan	GEOPAL-23 CARTEL	82	Novelo David	RN-47 CARTEL	125
Morales Juan	GEOPAL-24 CARTEL	83	Noyola Medrano Cristina	SE08-10 CARTEL	187
Morales Manilla Luis Miguel	RN-33 CARTEL	122	Núñez Cornú Francisco Javier	EG-21	33
Morales Martínez Marco Aurelio	RN-29	121	Núñez Cornú Francisco Javier	EG-22	33
Morales Martínez Marco Aurelio	RN-30	121	Núñez Cornú Francisco Javier	EG-23	34
Morales Rubén	RN-27	120	Núñez Cornú Francisco Javier	EG-24	34
Morales-Montaño Mariano	GEOH-16	54	Núñez Cornú Francisco Javier	GET-17 CARTEL	65
Morales-Ochoa Ricardo	GEOH-16	54	Núñez Cornú Francisco Javier	GEOPAL-9 CARTEL	79
Morán Ramírez Janete	GEOH-6	52	Núñez Cornú Francisco Javier	RN-1	114
Morán Ramírez Janete	GEOH-9	53	Núñez Cornú Francisco Javier	RN-21	119
Morán Ramírez Janete	GEOH-17 CARTEL	54	Núñez Cornú Francisco Javier	RN-40 CARTEL	123
Morán Ramírez Janete	GEOH-23 CARTEL	56	Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-4	137
Morán Ramírez Janete	SE08-7	187	Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-12	139
Morán Ramírez Janete	SE18-6	230	Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-18	140
Morán Zenteno Dante	GEOQP-36 CARTEL	93	Núñez Cornú Francisco Javier	SE06-8	180
Morelan Alexander	GET-13	64	Núñez Cornú Francisco Javier	SE08-6	187
Moreno Flores Hector Manuel	PALEO-8 CARTEL	111	Núñez Escribano Diana	EG-15	32
Moreno Jennifer Astrid	GEOD-3	47	Núñez Escribano Diana	EG-21	33
Moreno Nava Ignacio	SE05-3	175	Núñez Escribano Diana	EG-23	34
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	EG-20	33	Núñez Escribano Diana	EG-24	34
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	EG-50 CARTEL	40	Núñez-Peña Ernesto Patricio	GET-27 CARTEL	67
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	GET-24 CARTEL	66	Núñez-Peña Ernesto Patricio	RN-40 CARTEL	123
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	GET-25 CARTEL	67	Núñez-Peña Ernesto Patricio	RN-41 CARTEL	124
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	GET-26 CARTEL	67	Obeso Cortez Griselda Janeth	RN-45 CARTEL	125
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	RN-51 CARTEL	126	Obeso-Nieblas Maclovio	OCE-10	105
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	SED-13	131	Obeso-Nieblas Maclovio	OCE-14	106
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	SE10-8 CARTEL	198	Obeso-Nieblas Maclovio	OCE-15	106
Mortera Gutiérrez Carlos Angel Q.	SE22-30	247	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	GET-6	62
Mosqueda Sánchez Antonio	SE08-3	186	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-4	128
Moufouma-Ofram William	SE02-6	160	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-17 CARTEL	132
Mueller Karl	SE09-13	194	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-18 CARTEL	132
Mukherjee Rajarshi	SE02-15 CARTEL	161	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-21 CARTEL	133
Mundo Molina José Alfredo	CCA-4	18	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-22 CARTEL	134
Munguía Orozco Luis	SIS-6	137	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-25 CARTEL	135
Munguía Orozco Luis	SE11-5 CARTEL	202	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-27 CARTEL	135
Munguía-Vega Adrian	SE22-32	248	Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	VUL-17	149
Muñiz Jauregui Jesús Arturo	RN-33 CARTEL	122	Ocampo Torres Francisco J.	OCE-5	104
Muñoz Arriola Francisco	CCA-23	22	Ocampo Torres Francisco J.	OCE-8	105
Muñoz Arriola Francisco	SE01-5	155	Ocampo Torres Francisco J.	OCE-11	105
Muñoz Carolina	SE05-13 CARTEL	177	Ocampo Torres Francisco J.	OCE-21 CARTEL	107
Muñoz González Alexa Valeria	GEOQP-22	90	Ocampo Torres Francisco J.	OCE-22 CARTEL	108
Muñoz Torres María Carolina	GEOH-22 CARTEL	56	Ocampo Torres Francisco J.	SE20-20	237
Muñoz Torres María Carolina	GEOH-24 CARTEL	56	Ochoa Gilberto	GET-11	63
Murillo Sillas David	PALEO-5 CARTEL	111	Ochoa José Luís	SE03-8	165
Murillo Suárez Azucena	GEOD-11 CARTEL	49	Ochoa José Luís	SE16-1	225
Murillo Tovar Mario Alfonso	CCA-12	20	Ochoa José Luís	SE16-2	225
Murillo-Jiménez Janette M.	RN-19	118	Ochoa José Luís	SE16-4	225
Naranjo Vega Leonardo A.	MSG-4	96	Ochoa José Luís	SE16-9 CARTEL	226
Narcía López Carlos	RN-3	114	Ochoa José Luís	SE20-7	234
Nava Flores Mauricio	EG-9	30	Ochoa Martínez Carolina Andrea	RN-29	121
Nava Flores Mauricio	EG-10	31	Ochoa Martínez Carolina Andrea	RN-30	121
Nava Flores Mauricio	EG-38 CARTEL	37	Ochoa Tinajero Luis Eduardo	SIS-33 CARTEL	143
Nava Lara Silvia Violeta	GEOQP-29 CARTEL	91	Ochoa Valdés Jesús	GGA-6	70
Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SIS-5	137	Ogando Cerdeira Aurora	GGA-12	72
Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SIS-6	137	Ogando Cerdeira Aurora	SE18-7	230
Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SIS-26 CARTEL	142	Ojeda Casillas Elena	SE20-13	235
Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SIS-28 CARTEL	142	Ojeda Casillas Elena	SE20-16	236
Nava Sánchez Enrique H.	RN-19	118	Ojeda Casillas Elena	SE20-17	236
Nava Sánchez Enrique H.	RN-35 CARTEL	122	Olguin Martinez Maria Guadalupe	GGA-15 CARTEL	72
Navarro Collado Martha	VUL-1	146	Olguín-Villa Angel Enrique	SE12-12 CARTEL	209
Navarro Estrada Fernando	SE11-11 CARTEL	203	Olmos Moya Paulina	GGA-13	72
Navarro Garza Jesús	SE05-10 CARTEL	176	Olvera Garcia Emmanuel	SE06-26 CARTEL	184
Navarro Luis Felipe	SE14-1	216	Olvera-Prado Erick Raúl	MSG-29 CARTEL	101
Navarro Luis Felipe	SE14-2	216	Orcí Romero Adriana Aimée	SED-5	129
Navarro Valencia Rosa Angélica	GEOQP-33 CARTEL	92	Ordaz Schroeder Mario	SIS-3	137
Navarro de León Ignacio	GEOH-11	53	Ordaz Schroeder Mario	SE09-16	194
Navarro de León Ignacio	RN-2	114	Ordoñez Díaz José Francisco Benjamín	CCA-22	22
Naves Acacia	GEOH-14	54	Orihuela López Osvaldo Tonathiu	AR-30 CARTEL	9
Nelle Oliver	PALEO-6 CARTEL	111	Orozco Esquivel Teresa	GET-4	61
Neri-Flores Iris	GEOH-13	53	Orozco Esquivel Teresa	GEOQP-6	86
Nieto Obregón Jorge	GET-12	63	Orozco Esquivel Teresa	GEOQP-13	88
Nieto Torres Amiel	RN-39 CARTEL	123	Orozco Esquivel Teresa	GEOQP-26 CARTEL	91
Nieto Torres Amiel	VUL-19	150	Orozco Esquivel Teresa	GEOQP-36 CARTEL	93
Nieto Torres Amiel	VUL-30 CARTEL	152	Orozco Rojas Justo	RN-42 CARTEL	124
Nieto-Samaniego Ángel Francisco	GET-7	62	Orpinel Ureña Issac Adrián	CCA-20	21
Nieto-Samaniego Ángel Francisco	GET-11	63	Ortega Flores Berlaïne	SED-1	128
Nikulin Grigory	SE02-1	159	Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-8	79
Nikulin Grigory	SE02-6	160	Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-25 CARTEL	83
Niño Estrada Leonardo	SE12-11 CARTEL	208	Ortega Guerrero Beatriz	SE04-14	170
Niño Rodríguez Edgar	GEOQP-18	89	Ortega Guerrero Beatriz	SE04-15	171

Ortega Guerrero Beatriz	SE04-23 CARTEL	172	Palomino Merino Rodolfo	VUL-27 CARTEL	151
Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-31 CARTEL	92	Paniagua Solari Laura Alicia	SE05-8 CARTEL	176
Ortega Obregon Carlos	GET-19 CARTEL	65	Pantoja G. Diego A.	RN-44 CARTEL	124
Ortega Obregon Carlos	GEOQP-7	86	Pardo Mario A.	SE22-19	244
Ortega Obregon Carlos	GEOQP-32 CARTEL	92	Pardo Mario A.	SE22-26	246
Ortega Obregon Carlos	SED-19 CARTEL	133	Pardo Naranjo Ana Isabel	AR-9	4
Ortega Rivera Amabel	GET-9	63	Parés Sierra Alejandro Francisco	OCE-6	104
Ortega Roberto	SE09-14	194	Parés Sierra Alejandro Francisco	SE22-18	244
Ortega Roberto	SE09-18 CARTEL	195	Parra Guevara David	MSG-12	98
Ortega Roberto	SE11-6 CARTEL	202	Paterson Isabelle Alice Rose	SE05-11 CARTEL	177
Ortega Serrato Anakaren	PALEO-5 CARTEL	111	Patiño Paulina	CCA-36 CARTEL	25
Ortega Vega Oswaldo René	CCA-45 CARTEL	27	Patrón Soberano Olga Araceli	SE18-6	230
Ortega-Arenas Ricardo	GEOH-16	54	Pavia Edgar	CCA-14	20
Ortega-Martínez Emmanuel	GET-27 CARTEL	67	Pavia Edgar	SE02-7	160
Ortegón Alvar María de Lourdes Isabel	RN-24	120	Pavia Edgar	SE02-16 CARTEL	162
Ortiz Agustina	SE05-3	175	Pavón-Carrasco Fracisco Javier	GEOPAL-3	78
Ortiz Agustina	SE05-5	176	Payero De Jesús Juan Silvestre	SE11-14 CARTEL	204
Ortiz Agustina	SE05-6	176	Payero De Jesús Juan Silvestre	SE11-15 CARTEL	204
Ortiz Agustina	SE05-12 CARTEL	177	Paz Moreno Francisco Abraham	SE04-12	170
Ortiz Alemán José Carlos	EG-10	31	Paz Moreno Francisco Abraham	SE12-6	207
Ortiz Alemán José Carlos	EG-27	35	Pecci Alessandra	AR-4	2
Ortiz Alemán José Carlos	EG-38 CARTEL	37	Pecoraino Giovannella	VUL-8	147
Ortiz Butrón Agustín	AR-4	2	Pedraza Claudia	GP-2 CARTEL	59
Ortiz Butrón Agustín	AR-15	5	Pedraza-Díaz Angélica	RN-49 CARTEL	126
Ortiz Huerta Laura Gabriela	SE18-10 CARTEL	231	Pedrozo-Acuña Adrian	SE20-27 CARTEL	238
Ortiz Lenna O.	SE16-4	225	Peiffer Loic	SE06-19	182
Ortiz Modesto	EG-21	33	Pelaez Daniel	SE22-29	247
Ortiz Modesto	EG-23	34	Peña Alonso Tomás	GET-5	62
Ortiz Modesto	SE18-10 CARTEL	231	Peña García Laura Elizabeth	GGA-24 CARTEL	75
Ortiz Pérez Mario Arturo	AR-23	7	Peña Vázquez Luis	SED-5	129
Ortiz Quintero Eleazar	GEOH-25 CARTEL	56	Peña-Macié Daniel	MSG-30 CARTEL	102
Ortiz Sol	AR-19	6	Peñalba Garmendia María Cristina	SE04-12	170
Ortiz-Guerrero Natalie	VUL-2	146	Peralta Cruz Enrique	GEOD-9 CARTEL	48
Oskin Michael	GET-13	64	Peralta Sergio	EG-28	35
Oskin Michael	SE12-11 CARTEL	208	Peralta Sergio	EG-29	35
Osorio Andres	SE22-29	247	Peralta Sergio	EG-32	36
Osorio Erick	EG-51 CARTEL	40	Peredo Mancilla Claudia Rigel	GET-18 CARTEL	65
Osorio Erick	EG-52 CARTEL	40	Pereira Corona Alberto	CS-4	13
Osorio Erick	EG-53 CARTEL	40	Pereira Corona Alberto	CS-5	13
Osorio Erick	SE06-23 CARTEL	183	Pérez Alvarado Liseth	SE04-3	168
Osorio Susana	GEOPAL-23 CARTEL	82	Pérez Alvarado Liseth	SE04-19 CARTEL	171
Osorio Susana	SE06-13	181	Pérez Alvarado Liseth	SE04-20 CARTEL	172
Osorio Susana	SE06-14	181	Pérez Brunius Paula	SE14-3	216
Osorio Susana	SE06-15	182	Pérez Brunius Paula	SE15-11	222
Osorio Tai María Elena	CCA-27	23	Pérez Brunius Paula	SE16-1	225
Osorio Tai María Elena	MSG-29 CARTEL	101	Pérez Brunius Paula	SE16-7	226
Ostrooumov Mikhail	SIS-22	141	Pérez Brunius Paula	SE16-8	226
Osuna Cañedo Pedro	OCE-5	104	Pérez Brunius Paula	SE16-12 CARTEL	227
Osuna Cañedo Pedro	OCE-7	105	Pérez Brunius Paula	SE16-13 CARTEL	227
Osuna Cañedo Pedro	OCE-8	105	Pérez Brunius Paula	SE24-2	252
Osuna Cañedo Pedro	OCE-11	105	Pérez Calderón Daniel Armando	GET-26 CARTEL	67
Osuna Cañedo Pedro	OCE-21 CARTEL	107	Pérez Casillas Irene Guadalupe	GET-6	62
Osuna Cañedo Pedro	OCE-22 CARTEL	108	Pérez Chavarria Miguel Angel	OCE-7	105
Osuna Cañedo Pedro	SE20-20	237	Pérez Enríquez Román	FE-7	43
Otero Clarisa	AR-31 CARTEL	9	Pérez Enríquez Román	FE-9	44
Otte Martin	CCA-23	22	Pérez Enríquez Román	FE-11	44
Oviedo-García Angélica	GEOH-5	52	Pérez Ezpinoza Jesús Efraín	GEOQP-17	89
Oviedo-García Angélica	GEOH-18 CARTEL	55	Pérez Flores Marco Antonio	EG-5	30
Pacchiano Mario	MSG-18 CARTEL	99	Pérez Flores Marco Antonio	EG-17	32
Pacheco Aristeo	CS-11 CARTEL	15	Pérez Flores Marco Antonio	GEOQP-19	89
Pacheco Aristeo	CCA-32 CARTEL	24	Pérez Flores Marco Antonio	GEOQP-20	89
Pacheco Chávez María del Rocío	SE22-27	246	Pérez Flores Marco Antonio	MSG-28 CARTEL	101
Pacheco Erick I.	AR-34 CARTEL	9	Pérez Flores Marco Antonio	SE13-7	212
Pacheco Jesús	EG-44 CARTEL	38	Pérez González Elizabeth Andromeda	GET-25 CARTEL	67
Pacheco Romero Martin	EG-47 CARTEL	39	Pérez González Myrna Lorena	RN-43 CARTEL	124
Pacheco Romero Martin	EG-48 CARTEL	39	Pérez Gutiérrez Rosalva	RN-6	115
Pacheco Romero Martin	EG-49 CARTEL	39	Pérez Gutiérrez Rosalva	RN-13	117
Padilla Benítez Francisco	GEOH-4	51	Pérez Ireta Griselda	AR-9	4
Padilla Hernández Roberto	SE20-23	238	Pérez Moreno César Ángel Giovanni	FE-16 CARTEL	45
Padilla Hernández Roberto	SE20-26 CARTEL	238	Pérez Orozco Juan Daniel	GEOQP-10	87
Padilla Pilotze Alma Rosa	OCE-12	106	Pérez Quezadas Juan	GEOH-7	52
Padrón Godínez Alejandro	MSG-17 CARTEL	99	Pérez Quezadas Juan	GEOH-15	54
Padrón Godínez Alejandro	MSG-18 CARTEL	99	Pérez Rodríguez Nayeli	GEOPAL-24 CARTEL	83
Palacios Daniel M.	SE22-19	244	Pérez Salazar Amparo Rosario	GEOD-6	48
Palacios Emilio	SE14-4	216	Pérez Salicrup Diego R.	RN-36 CARTEL	123
Palacios Emilio	SE22-24	246	Pérez Santana Jesús Antonio	SE11-11 CARTEL	203
Palacios Itzel Alejandra	GEOH-8	52	Pérez Venzor José Antonio	GET-3	61
Palafox Duarte Manuel Alejandro	SED-26 CARTEL	135	Pérez Venzor José Antonio	GEOQP-17	89
Palafox Juan J.	GEOQP-41 CARTEL	94	Pérez Venzor José Antonio	GEOQP-27 CARTEL	91
Pallàs Sanz Enric	SE16-1	225	Pérez Venzor José Antonio	SED-9	130
Pallàs Sanz Enric	SE16-3	225	Pérez Venzor José Antonio	SED-10	130
Pallàs Sanz Enric	SE16-6	225	Pérez Venzor José Antonio	SED-11	130
Pallàs Sanz Enric	SE16-10 CARTEL	226	Pérez Vertti Arturo	SE11-7 CARTEL	202
Pallàs Sanz Enric	SE16-11 CARTEL	227	Pérez-Aguilar Lidio	SE12-9 CARTEL	208
Palomino Merino Rodolfo	VUL-20	150	Pérez-Campos Xyoli	GET-23 CARTEL	66

Pérez-Campos Xyoli	SIS-16	139	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-2	191
Pérez-Campos Xyoli	SE10-9 CARTEL	198	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-3	191
Pérez-Campos Xyoli	SE10-10 CARTEL	199	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-4	191
Pérez-Campos Xyoli	SE10-11 CARTEL	199	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-5	192
Pérez-Campos Xyoli	SE11-11 CARTEL	203	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-6	192
Pérez-Campos Xyoli	SE24-3	252	Ramírez Herrera María Teresa	SE09-10	193
Pérez-Cruz Ligia	SE04-5	168	Ramírez Lagunas Marianna	GEOH-2	51
Pérez-Cruz Ligia	SE04-7	169	Ramírez León Mario Rafael	SE22-21	245
Pérez-Martínez Rodrigo	GGA-5	70	Ramírez López Ana Karen	SE02-8	160
Pérez-Segura Efrén	EG-14	31	Ramírez Nájera José Ángel	SIS-29 CARTEL	142
Pezzat Ruiz Christopher Amir	VUL-28 CARTEL	151	Ramírez Orozco Aldo Iván	CCA-23	22
Pi Puig Teresa	GEOQP-15	88	Ramírez Peña César Francisco	GET-2	61
Pichon Laurent	AR-1	2	Ramón Márquez Víctor Manuel	EG-45 CARTEL	39
Pierce David	SE01-5	155	Ramón Márquez Víctor Manuel	SIS-31 CARTEL	143
Pierre-Doin Marie	GEOQ-7	48	Ramos Becerra Gustavo	MSG-5	96
Pinales Munguia Adán	CCA-28	23	Ramos Facio Evelyn	SIS-36 CARTEL	144
Pinales Munguia Adán	GGA-4	69	Ramos Hernández Silvia	CS-16 CARTEL	16
Pineda-Martínez Luis F	SE02-13 CARTEL	161	Ramos Hernández Silvia	CCA-22	22
Piñero Lajas Doris	GET-4	61	Ramos Hernández Silvia	VUL-4	146
Pinti Daniele	SE06-11	181	Ramos Hernández Silvia	VUL-5	146
Pinto Castillo José Francisco	SE03-11	165	Ramos Hernández Silvia	VUL-7	147
Pinzon-Sotelo Marisol Polet	SED-4	128	Ramos Hernández Silvia	VUL-26 CARTEL	151
Piroron Jacques	GGA-1	69	Ramos Hernández Silvia	SE03-11	165
Pita Carlos	GGA-26 CARTEL	75	Ramos Hernández Silvia	SE09-2	191
Pita Carlos	SE05-7	176	Ramos Hernández Silvia	SE11-12 CARTEL	203
Placencia Gómez Luis Antonio	EG-33 CARTEL	36	Ramos Hernández Silvia	SE18-3	229
Plata Martínez Raymundo Omar	SE10-10 CARTEL	199	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-6	52
Plata Rosas Luis Javier	OCE-20 CARTEL	107	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-9	53
Plata Sanchez Leonardo Javier	EG-51 CARTEL	40	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-17 CARTEL	54
Poidras Thierry	GEOPAL-19 CARTEL	82	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-23 CARTEL	56
Pola Anotnio	SE06-13	181	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-26 CARTEL	57
Pola Antonio	SE06-14	181	Ramos Leal José Alfredo	GGA-2	69
Pola Antonio	SE06-15	182	Ramos Leal José Alfredo	SE08-7	187
Poli Stefano	GEOQP-30 CARTEL	91	Ramos Leal José Alfredo	SE18-6	230
Ponce Núñez Francisco	EG-20	33	Ramos Pérez Omar	SE01-11	156
Ponce Núñez Francisco	GET-26 CARTEL	67	Ramos-Arroyo Yann René	GGA-28 CARTEL	76
Ponce Núñez Francisco	SED-13	131	Rapalini Augusto	AR-21	7
Ponce Núñez Francisco	SE10-8 CARTEL	198	Rascón Heimpel Mario Arturo	GEOQP-14	88
Ponce-Saavedra Javier	PALEO-3	110	Raubenheimer Britt	SE20-19	237
Portela Rodríguez Esther	SE22-2	241	Rea-Huizar Erik	GET-27 CARTEL	67
Portela Rodríguez Esther	SE22-8	242	Real Pérez Jorge	SE10-13 CARTEL	199
Prada Manel	EG-21	33	Real Pérez Jorge	SE11-14 CARTEL	204
Prada Manel	EG-22	33	Rebolledo Vieyra Mario	GEOH-3	51
Prada Manuel	EG-23	34	Rebollo Franco Noemi	PALEO-4	110
Prado Blanca	SE04-20 CARTEL	172	Regalado Jimmy	EG-46 CARTEL	39
Pretelin Canela Jacinto Enrique	CCA-5	18	Regalado Rodríguez Samuel Alejandro	EG-35 CARTEL	36
Prezas Hernández Benito	CS-5	13	Remedio Armelle Reca	CCA-15	20
Prieto Meléndez Rafael	MSG-17 CARTEL	99	Renteria Ortega Ana Victoria	SE06-20	183
Prieto Meléndez Rafael	MSG-18 CARTEL	99	Reséndez Maldonado Adriana	SE13-1	211
Prieto Ricardo	SE03-6	164	Rey Sanchez Wilmer	SE20-12	235
Prol Ledesma Rosa María	SE06-4	179	Reyes Gabriel	VUL-11	148
Prol Ledesma Rosa María	SE06-5	179	Reyes Gabriela	SE06-13	181
Prol Ledesma Rosa María	SE06-7	180	Reyes Gabriela	SE06-14	181
Puleo Jack A.	SE20-16	236	Reyes Gabriela	SE06-15	182
Puy-Alquiza Maria Jesus	GGA-13	72	Reyes Hernández Cristobal	SE22-16	244
Puy-Alquiza Maria Jesus	SED-2	128	Reyes Hernández Francisco	RN-48 CARTEL	125
Puy-Alquiza Maria Jesus	SED-24 CARTEL	134	Reyes Hernández Francisco	SE09-9	193
Quense Jorge	SE09-7	192	Reyes Hernández Francisco	SE18-11 CARTEL	231
Quintana Patricia	CS-7	14	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	OCE-12	106
Quintana Patricia	CS-14 CARTEL	16	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	OCE-15	106
Quintanar Arturo	CCA-13	20	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	SE18-8	230
Quintanar Arturo	SE03-3	164	Reyes Javier	EG-28	35
Quintanar Arturo	SE03-9	165	Reyes López Jaime Alonso	EG-3	29
Quintanar Luis	SE09-14	194	Reyes López Jaime Alonso	SE13-7	212
Quintanar Luis	SE09-18 CARTEL	195	Reyes Oscar	SE20-2	233
Quintanilla Terminel Alejandra	SE18-1	229	Reyes Pedro	RN-14	117
Quintanilla Terminel José Gerardo	SE15-3	220	Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	VUL-4	146
Quintanilla Zurita Alejandra	VUL-20	150	Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	VUL-19	150
Quintanilla Zurita Alejandra	VUL-27 CARTEL	151	Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	VUL-23	151
Quinteros Claudia	SIS-5	137	Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	VUL-31 CARTEL	152
Quiroz Jimenez Jesús David	SE04-10	170	Reyes Rodríguez Rosa	RN-32	121
Raga Graciela	SE18-4	229	Reyes Valeria	SIS-28 CARTEL	142
Ramírez Díaz Ariel	SED-4	128	Reyes-Alfaro Gabriel	VUL-10	147
Ramírez Guzmán Leonardo	SIS-34 CARTEL	143	Reyes-Carmona Jonathan Alí	GET-27 CARTEL	67
Ramírez Guzmán Leonardo	SIS-35 CARTEL	143	Reyes-Cortés Ignacio Alfonso	GEOH-5	52
Ramírez Hernández Jorge	EG-3	29	Reyes-Cortés Ignacio Alfonso	GEOH-18 CARTEL	55
Ramírez Hernández Jorge	GEOQ-2	47	Reyes-Cortés Ignacio Alfonso	GGA-25 CARTEL	75
Ramírez Hernández Jorge	SE13-3	211	Reyes-Cortés Ignacio Alfonso	GEOQP-2	85
Ramírez Hernández Jorge	SE13-4	211	Reyes-Cortés Ignacio Alfonso	SED-15	132
Ramírez Hernández Jorge	SE13-5	211	Reyes-Vázquez Juan Jose	SE08-14 CARTEL	188
Ramírez Hernández Jorge	SE13-6	212	Reyna López Catalina	SE18-6	230
Ramírez Hernández Jorge	SE13-7	212	Reynaga López Rafael Carlos	CCA-25	22
Ramírez Hernández Jorge	SE13-11 CARTEL	213	Ricaurte-Villota Constanza	SE04-6	169
Ramírez Hernández Jorge	SE13-12 CARTEL	213	Richards Rohan	RN-25	120
Ramírez Hernández Jorge	SE13-13 CARTEL	213	Ríos Sánchez Diana Citlalli	SE02-13 CARTEL	161

Rivas Iván	CCA-19	21	Rojas Alejandro	GET-1	61
Rivera Armendariz Cristian Abraham	SED-25 CARTEL	135	Rojas Cardenas Jesus Alberto	EG-55 CARTEL	41
Rivera Armendariz Cristian Abraham	SED-27 CARTEL	135	Rojas Castillo Diana	FE-3	43
Rivera González Iran Iraís	AR-36 CARTEL	10	Rojas Castro Alfonso	CCA-26	23
Rivera González Iran Iraís	AR-37 CARTEL	10	Rojas Lagunas Lorena	SE14-9 CARTEL	217
Rivera Ibarra Cristian Uzziel	GEOQP-34 CARTEL	92	Rojas Ortega Edgar	GEOH-28 CARTEL	57
Rivera Ibarra Cristian Uzziel	GEOQP-35 CARTEL	93	Roldán-Quintana Jaime	GET-9	63
Rivera Noriega Jorge	FE-2	43	Roldán-Quintana Jaime	SED-6	129
Rivera Ozuna Rogelio	SE03-11	165	Román Martínez Jesús Alberto	RN-6	115
Rivera Uria Maria Yazmin	GGA-29 CARTEL	76	Romero Bañuelos Carlos	SE20-1	233
Rivera-Baizabal Roberto	GEOH-13	53	Romero Francisco	GGA-29 CARTEL	76
Rivera-Olguín Edwin	VUL-17	149	Romero Francisco	SE04-9	169
Rivero Navarrete Axel	SE04-10	170	Romero González Jaime	SE05-2	175
Rivero Navarrete Axel	SE04-13	170	Romero Gonzalo	EG-44 CARTEL	38
Rivero Navarrete Axel	SE04-21 CARTEL	172	Romero Minero Magiareli Angeles	SE05-14 CARTEL	177
Riveros David	CCA-8	19	Romero Pérez Blanca Iris	EG-41 CARTEL	38
Robles Jasinto	SE06-15	182	Romero Pérez Blanca Iris	GEOD-5	48
Robles Mendoza Alejandra	SIS-13	139	Romero Rojas Mary Carmen	GGA-1	69
Robles Quintana Carlos Gilberto	GEOQP-34 CARTEL	92	Romero Rojas Mary Carmen	GGA-17 CARTEL	73
Robles Quintana Carlos Gilberto	GEOQP-35 CARTEL	93	Romero Rojas Mary Carmen	GGA-18 CARTEL	73
Robles-Morua Agustín	SE01-5	155	Romero Rojas Mary Carmen	SE06-12	181
Robles-Morua Agustín	SE01-9	156	Romero Rojas Wendy	GGA-1	69
Robles-Morua Agustín	SE01-13 CARTEL	157	Romero Rojas Wendy	GGA-17 CARTEL	73
Rocha García Raúl	AR-1	2	Romero Rojas Wendy	GGA-18 CARTEL	73
Rocha Miller Roberto	GGA-14	72	Romero Rojas Wendy	SE06-12	181
Rocha Miller Roberto	GGA-26 CARTEL	75	Romero Vargas Márquez Ignacio	SE15-8	221
Rocha Miller Roberto	SE05-7	176	Romero-Arteaga Angélica	SE16-9 CARTEL	226
Rocha-Navarro Raúl Arturo	GGA-25 CARTEL	75	Romero-Centeno Rosario	CCA-27	23
Rochin García Hermes	GEOQP-27 CARTEL	91	Romero-Centeno Rosario	MSG-29 CARTEL	101
Rochín Heriberto	OCE-2	104	Romero-Centeno Rosario	SE03-4	164
Rockwell Thomas	GET-13	64	Romero-Centeno Rosario	SE20-8	234
Rockwell Thomas	SE09-13	194	Romero-Hernández Esmeralda	FE-10	44
Rodríguez Alejandro	SE04-7	169	Romo Jones José Manuel	EG-17	32
Rodríguez Alfaro Luis Felipe	GEOQP-25 CARTEL	90	Romo Jones José Manuel	EG-54 CARTEL	40
Rodríguez Ávalos Brenda Azucena	RN-42 CARTEL	124	Romo Jones José Manuel	SE06-6	180
Rodríguez Ayala Norma Angélica	SIS-4	137	Rosario de la Cruz José Guadalupe	SE02-12	161
Rodríguez Ayala Norma Angélica	SE06-8	180	Rosas Elguera José	GGA-24 CARTEL	75
Rodríguez Burgueño Jesus Eliana	SE13-3	211	Rosas Elguera José	GEOPAL-11 CARTEL	80
Rodríguez Burgueño Jesus Eliana	SE13-6	212	Rosas Elguera José	GEOPAL-13 CARTEL	80
Rodríguez Burgueño Jesus Eliana	SE13-11 CARTEL	213	Rosas H. André	GGA-20 CARTEL	74
Rodríguez Burgueño Jesus Eliana	SE13-12 CARTEL	213	Rosas Montoya Angela Susana	GEOQP-6	86
Rodríguez Cardozo Felix Rodrigo	SIS-19	140	Rosas Palafox Alejandro	GET-22 CARTEL	66
Rodríguez Carredano Alberico	SE05-14 CARTEL	177	Roy Priyadarsi D.	SE03-7	165
Rodríguez Castañeda José Luis	GET-9	63	Roy Priyadarsi D.	SE04-9	169
Rodríguez Castañeda José Luis	SED-6	129	Roy Priyadarsi D.	SE04-10	170
Rodríguez Castanon Oscar Alfredo	GGA-27 CARTEL	75	Roy Priyadarsi D.	SE04-13	170
Rodríguez Ceja Maria	GEOPAL-19 CARTEL	82	Roy Priyadarsi D.	SE04-14	170
Rodríguez Díaz Augusto Antonio	GEOQP-15	88	Roy Priyadarsi D.	SE04-15	171
Rodríguez Díaz Augusto Antonio	SE06-4	179	Roy Priyadarsi D.	SE04-18 CARTEL	171
Rodríguez Elizarrarás Sergio	EG-33 CARTEL	36	Roy Priyadarsi D.	SE04-20 CARTEL	172
Rodríguez Esteves Juan Manuel	RN-49 CARTEL	126	Roy Priyadarsi D.	SE04-21 CARTEL	172
Rodríguez Héctor	SE06-9	180	Roy Priyadarsi D.	SE04-22 CARTEL	172
Rodríguez Julio Cesar	SE01-9	156	Rubi Eric	EG-11	31
Rodríguez Lluvia	RN-20	119	Rubio Héctor	GGA-9	71
Rodríguez López Olivia	GEOD-6	48	Rubio Reynaldo	SE09-14	194
Rodríguez Miguel	SIS-36 CARTEL	144	Rueda Galeano Hernando	GEOQP-15	88
Rodríguez Ochoa Pablo Armando	SE05-10 CARTEL	176	Ruelas Monjardín Laura Celina	RN-30	121
Rodríguez Oscar	SE11-2	201	Ruíz Aguilar Diego	SE06-5	179
Rodríguez Osorio Daniel	FE-12	44	Ruíz Armenta Juan Ramón	SE06-7	180
Rodríguez Outerelo Javier	SE16-8	226	Ruíz Cigarrillo José Alberto	SED-22 CARTEL	134
Rodríguez Outerelo Javier	SE16-13 CARTEL	227	Ruíz Martínez Vicente Carlos	GET-17 CARTEL	65
Rodríguez Ramírez David Josias	SE06-2	179	Ruíz Martínez Vicente Carlos	GEOPAL-9 CARTEL	79
Rodríguez Rasilla Iván	SE11-11 CARTEL	203	Ruíz Martínez Vicente Carlos	RN-40 CARTEL	123
Rodríguez Riojas Pedro Antonio	GEOQP-5	86	Ruíz Salcines Pablo	SE20-12	235
Rodríguez Riojas Pedro Antonio	GEOQP-19	89	Ruíz de Alegría Arzaburu Amaia	SE20-18	237
Rodríguez Riojas Pedro Antonio	GEOQP-20	89	Ruíz de Alegría Arzaburu Amaia	SE20-22	237
Rodríguez Robles Ulises	GGA-2	69	Ruíz-Angulo Angel	CCA-37 CARTEL	25
Rodríguez Robles Ulises	SE18-6	230	Ruíz-Angulo Angel	MSG-29 CARTEL	101
Rodríguez Sergio Filippo	EG-28	35	Ruíz-Angulo Angel	SE10-3	197
Rodríguez Vega Antonio	GEOQP-4	85	Ruíz-González Francisco J.	GET-7	62
Rodríguez Vega Antonio	GEOQP-18	89	Ruíz-Violante Agustín	GP-3 CARTEL	59
Rodríguez Vega Antonio	GEOQP-19	89	Russell Christopher	FE-1	43
Rodríguez Vega Antonio	GEOQP-20	89	Russell Christopher	FE-3	43
Rodríguez Vega Antonio	GEOQP-21	89	Ruvalcaba Aroche Erick Daniel	OCE-24 CARTEL	108
Rodríguez Vega Pablo Baruch	EG-41 CARTEL	38	Ruvalcaba Aroche Erick Daniel	SE22-27	246
Rodríguez Vega Pablo Baruch	GEOD-5	48	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-1	2
Rodríguez Vega Pablo Barush	EG-13	31	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-5	3
Rodríguez Villanueva Roberto Carlos	SE05-1	175	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-6	3
Rodríguez-Acuña Fausto	AR-13	5	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-7	3
Rodríguez-Domínguez Miguel Á.	SE10-9 CARTEL	198	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-8	3
Rodríguez-Guerra Yair	GEOQP-2	85	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-9	4
Rodríguez-Guerra Yair	SED-15	132	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-10	4
Rodríguez-Martínez Mario	FE-1	43	Ruvalcaba Sil José Luis	AR-11	4
Rodríguez-Martínez Mario	FE-10	44	Rymer Michael J.	EG-19	33
Rodríguez-Pérez Erandi T.	SE04-18 CARTEL	171	Salas Ortega Rocío	GEOH-7	52

Salas de León David Alberto	RN-48 CARTEL	125	Santos Pablo	SE20-23	238
Salas de León David Alberto	SE09-9	193	Santoyo Edgar	SE06-19	182
Salazar Barrera Juan Carlos	VUL-28 CARTEL	151	Santoyo García Galiano Miguel Angel	SIS-27 CARTEL	142
Salazar Cardenas Rosa Margarita	EG-48 CARTEL	39	Saravia Edgar Omar	VUL-24	151
Salazar Estrada Jeimy Oney	AR-33 CARTEL	9	Sarychikhina Olga	RN-5	115
Salazar Estrada Jeimy Oney	AR-35 CARTEL	10	Sarychikhina Olga	RN-7	115
Salazar Monroy Edilson Fernando	SE10-12 CARTEL	199	Sarychikhina Olga	SIS-28 CARTEL	142
Salazar Peña Leobardo	EG-11	31	Saucedo Garcia Simeí Andres	PALEO-8 CARTEL	111
Salazar Peña Leobardo	EG-13	31	Saucedo Ricardo	RN-47 CARTEL	125
Salazar Peña Leobardo	GEOD-5	48	Saucedo Ricardo	VUL-17	149
Salazar Peña Leobardo	RN-16	118	Saucedo Ricardo	VUL-25 CARTEL	151
Salazar Peña Leobardo	RN-46 CARTEL	125	Saucedo Ricardo	SE06-15	182
Salazar Peña Leobardo	VUL-24	151	Schaaf Peter	GEOQP-25 CARTEL	90
Salazar Sánchez Alejandro	MSG-6	96	Schaaf Peter	GEOQP-27 CARTEL	91
Salazar Tlaczani Luis	SE11-1	201	Schaaf Peter	GEOQP-38 CARTEL	93
Salazar Tlaczani Luis	SE11-4 CARTEL	201	Schaaf Peter	PALEO-3	110
Salazar-Hernández Ma. Mercedes	SED-24 CARTEL	134	Schaaf Peter	SE12-4	206
Salcedo-Hernández Ma. del Carmen	SED-24 CARTEL	134	Schaaf Peter	SE12-5	207
Salcedo Peredia Adrian Trinidad	SE13-12 CARTEL	213	Scharek Péter	GGA-5	70
Saldívar Miguel	SE11-2	201	Scharer Kate	SE09-13	194
Salinas Calleros Gabriel	GEOH-2	51	Scheftic William	SE01-6	155
Salinas Jasso Jorge Alán	RN-2	114	Schlatter Karen	SE13-2	211
Salinas Ocampo Ulises	SED-21 CARTEL	133	Schmauck Franz	SE09-7	192
Salinas Prieto José Antonio	SE02-6	160	Schmauck Franz	SE09-8	192
Salinas Prieto José Antonio	SE02-11	161	Schwalb Antje	SE04-3	168
Salinas Prieto José Antonio	SE03-6	164	Schwenicke Tobias	GET-3	61
Salles Paulo	SE20-12	235	Schwenicke Tobias	GEOQP-17	89
Salles Paulo	SE20-13	235	Schwenicke Tobias	SED-7	129
Sámano Tirado Alma Patricia	GEOQP-34 CARTEL	92	Schwenicke Tobias	SED-9	130
Sámano Tirado Alma Patricia	GEOQP-35 CARTEL	93	Schwenicke Tobias	SED-10	130
Samper Calvete Francisco Javier	GEOH-14	54	Schwenicke Tobias	SED-11	130
San Miguel Gutierrez Juan Carlos	EG-55 CARTEL	41	Sedov Sergey	AR-36 CARTEL	10
Sánchez Bravo Francisco Javier	GEOH-15	54	Sedov Sergey	AR-37 CARTEL	10
Sánchez Díaz María Elena	CCA-38 CARTEL	25	Sedov Sergey	AR-38 CARTEL	10
Sánchez Galindo Alfredo	EG-39 CARTEL	37	Sedov Sergey	GGA-29 CARTEL	76
Sánchez García Raúl	GEOQP-40 CARTEL	94	Sedov Sergey	GEOPAL-8	79
Sánchez González Alberto	SE15-13	222	Sedov Sergey	GEOPAL-25 CARTEL	83
Sánchez Moreno Elisa María	GEOPAL-2	78	Sedov Sergey	SE04-11	170
Sánchez Ramírez Hortencia	CS-3	13	Sedov Sergey	SE04-16	171
Sánchez Ramos Sergio	SE09-12	193	Segovia Zavala José Antonio	SE14-7	217
Sánchez Salgado Daysi Azucena	SED-11	130	Segovia Zavala José Antonio	SE22-31	247
Sánchez Sánchez Paloma Tonally	CCA-44 CARTEL	26	Segreste Durán Jorge	SE03-11	165
Sánchez Sánchez-Pastor Pilar	SIS-27 CARTEL	142	Sein Dmitry	CCA-13	20
Sánchez Suleyma	SE20-2	233	Sein Dmitry	OCE-4	104
Sánchez Velasco Laura	OCE-24 CARTEL	108	Seismology Group UNAM	SIS-8	138
Sánchez Velasco Laura	SE22-4	241	Sequera Jimenez Francisco Javier	EG-4	29
Sánchez Velasco Laura	SE22-8	242	Serra Yolande L.	SE11-1	201
Sánchez Velasco Laura	SE22-14	243	Serrano García Daniel	GEOPAL-14 CARTEL	81
Sánchez Velasco Laura	SE22-22	245	Serrano González Ernesto	GEOQP-15	88
Sánchez Velasco Laura	SE22-23	245	Servicio Sismológico Nacional Personal del	SE24-3	252
Sánchez Velasco Laura	SE22-25	246	Shanafi Margaret	SE13-6	212
Sánchez Velasco Laura	SE22-27	246	Shapiro Nikolai	SE10-6	198
Sánchez Zavala José Luis	SE04-10	170	Shchepetilnikova Valentina	GET-19 CARTEL	65
Sánchez Zavala José Luis	SE04-13	170	Shchepetilnikova Valentina	SED-19 CARTEL	133
Sánchez-Beristain Francisco	GEOQP-42 CARTEL	94	Sheinbaum Julio	CCA-16	21
Sánchez-González Jesús	GGA-12	72	Sheinbaum Julio	SE16-1	225
Sánchez-González Jesús	MSG-23 CARTEL	100	Sheinbaum Julio	SE16-2	225
Sánchez-González Jesús	SE18-5	230	Sheinbaum Julio	SE16-7	226
Sánchez-González Jesús	SE18-7	230	Sheinbaum Julio	SE16-9 CARTEL	226
Sánchez-Núñez Juan Manuel	RN-28	121	Sheinbaum Julio	SE16-12 CARTEL	227
Sánchez-Núñez Juan Manuel	RN-47 CARTEL	125	Sheinbaum Julio	SE20-7	234
Sánchez-Núñez Juan Manuel	SE06-14	181	Shkvarko Yuriy	MSG-13	98
Sánchez-Núñez Juan Manuel	SE06-15	182	Shouakar-Stash Orfan	SE06-11	181
Sandoval Hernandez Erika	OCE-1	104	Sidón Ceseña Karla	SE15-7	221
Sandoval-Jacobo Lucero de Jesús	SED-25 CARTEL	135	Sidón Ceseña Karla	SE22-36 CARTEL	248
Santa Anna Ana Isela	GGA-23 CARTEL	74	Sieck Kevin	SE02-6	160
Santa Rosa del Río Miguel Angel	RN-38 CARTEL	123	Sierra Figueredo Pablo	FE-12	44
Santa Rosa del Río Miguel Angel	RN-52 CARTEL	126	Sierra Rojas María Isabel	GEOPAL-14 CARTEL	81
Santa Rosa del Río Miguel Angel	SE14-5	216	Sigala-Silva Héctor Iván	GEOQP-2	85
Santacruz de León Germán	GEOH-17 CARTEL	54	Sigala-Silva Héctor Iván	SED-15	132
Santacruz de León Germán	GEOH-23 CARTEL	56	Silva Fragozo Argelia	GET-21 CARTEL	66
Santamaria-del-Angel Eduardo	OCE-17 CARTEL	107	Silva Hidalgo Humberto	CCA-20	21
Santana Julio Sergio	CCA-19	21	Silva Hidalgo Humberto	CCA-28	23
Santana Julio Sergio	CCA-31 CARTEL	24	Silva Humberto	GGA-4	69
Santana Velasco Diana Lizbeth	CS-3	13	Silva Peña Nadia Elvira	GEOQP-33 CARTEL	92
Santiago José Antonio	SE10-5	197	Silva Rodolfo	SE20-14	236
Santiago López Ivonn	CCA-10	19	Silva-Hernández Natalia	OCE-17 CARTEL	107
Santillán Piña Noé	GEOH-2	51	Singh Shri Krishna	SIS-16	139
Santillán-Espinoza Lina Elisa	GGA-11	71	Singh Shri Krishna	SE10-2	197
Santisteban Mendivil Diana María	GET-3	61	Skiba Yuri N.	MSG-11	97
Santisteban Mendivil Diana María	SED-9	130	Skiba Yuri N.	MSG-12	98
Santisteban Mendivil Diana María	SED-10	130	Skiba Yuri N.	MSG-30 CARTEL	102
Santos Basurto Reynaldo	GEOD-7	48	Sojo-Amezquita Alonso	CCA-39 CARTEL	25
Santos García José	CCA-20	21	Solari Luigi	GET-4	61
Santos Gómez Ma. de los Ángeles	SE05-4	175	Solari Luigi	GET-19 CARTEL	65

Solari Luigi	GEOQP-7	86	Suárez-Vidal Francisco	RN-7	115
Solari Luigi	GEOQP-8	86	Suárez-Vidal Francisco	SIS-30 CARTEL	142
Solari Luigi	GEOQP-14	88	Suriñach Emma	VUL-11	148
Solari Luigi	GEOQP-32 CARTEL	92	Tago Pacheco Josue	MSG-14	98
Solari Luigi	SED-1	128	Tago Pacheco Josue	SIS-10	138
Solé-Viñas Jesús	GET-19 CARTEL	65	Taira Taka#aki	SE10-1	197
Solé-Viñas Jesús	GEOQP-8	86	Take Vazquez Julio Alberto	FE-13	44
Solé-Viñas Jesús	GEOQP-23 CARTEL	90	Talavera Mendoza Oscar	SED-21 CARTEL	133
Solé-Viñas Jesús	GEOQP-24 CARTEL	90	Talavera Mendoza Oscar	SED-22 CARTEL	134
Solé-Viñas Jesús	SED-19 CARTEL	133	Tamez Carol	GEOH-19 CARTEL	55
Soler Arechalde Ana María	AR-17	6	Tanahara Romero Sorayda Aime	OCE-9	105
Soler Arechalde Ana María	AR-20	6	Tapia Elia	RN-20	119
Soler Arechalde Ana María	AR-25 CARTEL	8	Tapia-Torres Yunuen	CS-1	13
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-1	78	Taque Vázquez Julio Alberto	FE-15 CARTEL	45
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-6	79	Taque Vázquez Julio Alberto	FE-17 CARTEL	45
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-8	79	Taque Vázquez Julio Cesar	FE-14 CARTEL	45
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-25 CARTEL	83	Taque Vázquez Julio Cesar	FE-15 CARTEL	45
Soler Arechalde Ana María	SE04-16	171	Taquet Noemie	VUL-34 CARTEL	153
Soler Vicente	GEOPAL-10 CARTEL	80	Taran Yuri	VUL-8	147
Solís Castillo Berenice	AR-22	7	Taran Yuri	SE06-10	180
Solís Castillo Berenice	AR-23	7	Taran Yuri	SE06-19	182
Solís Castillo Berenice	AR-33 CARTEL	9	Tarango Terrazas Carmen Manuela	SED-20 CARTEL	133
Solís Castillo Berenice	AR-34 CARTEL	9	Tarin Tonantzin	SE01-9	156
Solís Castillo Berenice	AR-35 CARTEL	10	Tatarko John	CCA-11	20
Solís Castillo Berenice	GEOPAL-8	79	Tatarko John	CCA-40 CARTEL	25
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-38 CARTEL	93	Taylor Michael	SE02-9	160
Solís Pichardo Gabriela	PALEO-3	110	Teja Juárez Víctor Leonardo	MSG-7	97
Solís Pichardo Gabriela	SE12-4	206	Tejeda Rodríguez Cristian	SE05-10 CARTEL	176
Solís Pichardo Gabriela	SE12-5	207	Tejeda Rodríguez Cristian	SE05-12 CARTEL	177
Solís Sergio Saul	CS-10 CARTEL	15	Tejero Andrade Andrés	AR-14	5
Solís Sergio Saul	CCA-41 CARTEL	26	Tejero Andrade Andrés	EG-7	30
Solís Valdez Sara	CS-13 CARTEL	15	Tejero Andrade Andrés	EG-36 CARTEL	37
Solís Valdez Sara	GGA-5	70	Téllez Duarte Miguel Agustin	RN-38 CARTEL	123
Solís-Oseguera Lizbeth	GEOQP-24 CARTEL	90	Téllez Duarte Miguel Agustin	RN-52 CARTEL	126
Solleiro Rebolledo Elizabeth	AR-22	7	Téllez Duarte Miguel Agustin	SE14-5	216
Solleiro Rebolledo Elizabeth	AR-23	7	Téllez Unsuetta Fernando	CCA-10	19
Solleiro Rebolledo Elizabeth	AR-33 CARTEL	9	Téllez de Jesús Daniela	CS-13 CARTEL	15
Solleiro Rebolledo Elizabeth	AR-35 CARTEL	10	Tema Evdokia	AR-29 CARTEL	9
Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE04-11	170	Tenorio García Felipe	SIS-22	141
Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE04-16	171	Tenorio García Felipe	SIS-23	141
Solman Silvina A.	SE02-14 CARTEL	161	Teran Guerrero Anuar Gabriel	AR-27 CARTEL	8
Sologashvili Jemal	GEOPAL-2	78	Teran Guerrero Anuar Gabriel	GEOPAL-6	79
Solorio Angelica	SE22-9	242	Teran Orlando	GET-13	64
Solorio-Munguía Gregorio	GGA-5	70	Teran Orlando	SE09-13	194
Soltero-Delgado Diana	SE20-4	233	Teranishi Castillo Keiko	AR-33 CARTEL	9
Soria Caballero Diana Cinthia	SE09-11	193	Teresa Alberdi María	PALEO-3	110
Soria-Ruiz Jesús	SE08-4	186	Tereshchenko Iryna	CCA-17	21
Soria-Ruiz Jesús	SE08-5	186	Tereshchenko Iryna	OCE-20 CARTEL	107
Soriano Esteban	GP-2 CARTEL	59	Tereshchenko Iryna	RN-44 CARTEL	124
Sosa Antonio	GGA-21 CARTEL	74	Tereshchenko Iryna	SE14-4	216
Sosa Ceballos Giovanni	GEOQP-10	87	Tereshchenko Iryna	SE22-11	243
Sosa Ceballos Giovanni	SE06-13	181	Terhorst Birgit	AR-23	7
Sosa Ceballos Giovanni	SE06-15	182	Terrazas Mata Alejandro	PALEO-4	110
Sosa Flores Oscar	FE-13	44	Titkova Tatiana	CCA-17	21
Sosa Flores Oscar	FE-17 CARTEL	45	Tokumaru Munetoshi	FE-10	44
Sosa Gutiérrez Elva Rosmery	SE16-3	225	Tolman Hendrik	SE20-23	238
Sosa Gutiérrez Elva Rosmery	SE16-10 CARTEL	226	Toro Vladimir G.	OCE-8	105
Sosa Jose Flavio	CS-11 CARTEL	15	Torre Jorge	SE22-32	248
Soto Beltran Alvaro Antonio	GEOD-10 CARTEL	49	Torres Carreón Ivonne	VUL-20	150
Soto Diaz Adriana Beatriz	CCA-41 CARTEL	26	Torres Carreón Ivonne	VUL-27 CARTEL	151
Soto-Villalobos Roberto	EG-35 CARTEL	36	Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe	SE12-2	206
Soto-Villalobos Roberto	GEOQP-9	87	Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe	SE12-3	206
Soto-Villalobos Roberto	MSG-19 CARTEL	100	Torres Delgado Vanessa	SE14-7	217
Soto-Villalobos Roberto	MSG-20 CARTEL	100	Torres Delgado Vanessa	SE22-31	247
Soto-Villalobos Roberto	MSG-21 CARTEL	100	Torres Fernández Lucía	RN-34 CARTEL	122
Soto-Villalobos Roberto	MSG-22 CARTEL	100	Torres Gaytan David Ernesto	EG-42 CARTEL	38
Soto-Villalobos Roberto	MSG-26 CARTEL	101	Torres Gaytan David Ernesto	EG-43 CARTEL	38
Soto-Villalobos Roberto	MSG-27 CARTEL	101	Torres Héctor S.	OCE-3	104
Spelz Ronald	GET-13	64	Torres José Ramón	VUL-16	149
Spelz Ronald	SE09-13	194	Torres José Ramón	VUL-17	149
Spica Zack J.	VUL-10	147	Torres Morales Gilbert Francisco	RN-22	119
Steele-Dunne Susan	SE08-3	186	Torres Rodríguez Esperanza	SE04-15	171
Steinich Birgit	GEOH-28 CARTEL	57	Torres Sonia	GEOH-26 CARTEL	57
Stock Joann Miriam	EG-3	29	Torres Sonia	SE08-7	187
Stock Joann Miriam	EG-19	33	Torres-Alavez Abraham	SE01-4	155
Stock Joann Miriam	SE24-5	252	Torres-Alavez Abraham	SE02-6	160
Stockdon Hilary	SE20-23	238	Torres-Freyermuth Alec	SE20-16	236
Stremme Wolfgang	VUL-34 CARTEL	153	Torres-Freyermuth Alec	SE20-26 CARTEL	238
Strempler Chávez Germán	MSG-8	97	Torres-Orozco Ernesto	SE18-8	230
Suárez Cruz Sergio	AR-1	2	Torres-Orozco Ernesto	SE20-4	233
Suárez Plascencia Carlos	RN-21	119	Tovar Gloria	GEOQP-11	87
Suárez Reynoso Gerardo	SIS-37 CARTEL	144	Travieso Bello Ana Cecilia	RN-26	120
Suárez Reynoso Gerardo	SE09-15	194	Trejo Soto Manuel Edwiges	GEOD-2	47
Suárez Reynoso Gerardo	SE11-3	201	Trejo Soto Manuel Edwiges	GEOD-3	47
Suárez-Vidal Francisco	RN-5	115	Trejo Soto Manuel Edwiges	GEOD-10 CARTEL	49

Trejo Soto Manuel Edwiges	GEOD-11 CARTEL	49	Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-15 CARTEL	45
Trejo Soto Manuel Edwiges	GEOD-12 CARTEL	49	Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-16 CARTEL	45
Troch Peter	SE02-15 CARTEL	161	Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-17 CARTEL	45
Troya Dieguez Sergio	RN-35 CARTEL	122	Velasco Herrera Víctor Manuel	SE04-1	168
Trujillo Castrillón Nancy	SIS-21	140	Velasco Herrera Víctor Manuel	SE04-7	169
Trujillo Hernández Noemí	SE06-24 CARTEL	184	Velasco Sánchez Anakaren	AR-3	2
Tsujal Grupo de Trabajo	EG-21	33	Velasco Sánchez Anakaren	AR-12	4
Tsujal Grupo de Trabajo	EG-22	33	Velasco-Tapia Fernando	SED-4	128
Tsujal Grupo de Trabajo	EG-23	34	Velasco-Tapia Fernando	GEOQP-9	87
Tsujal Grupo de Trabajo	EG-24	34	Velasquillo Luis	GET-11	63
Turk-Boyer Peggy	SE22-32	248	Velázquez Angulo Gilberto	SE05-2	175
Turrent Cuauhtémoc	SE22-15	243	Velázquez Bucio María Magdalena	SE09-17 CARTEL	194
Turrent Cuauhtémoc	SE22-21	245	Velázquez-Duran Rodrigo	CS-1	13
UNAM Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM	SE11-15 CARTEL	204	Velázquez-Muñoz Federico	SE22-11	243
Ugalde Luis Gerardo	FE-8	44	Velderrain Rojas Luis Alonso	SE12-7	207
Urrías Espinosa Jaime	RN-51 CARTEL	126	Venegas Sandoval Andrea	CCA-22	22
Urrutia-Fucugauchi Jaime	GEOPAL-1	78	Venegas Sandoval Andrea	SE03-11	165
Urrutia-Fucugauchi Jaime	SE04-7	169	Vera Mendoza Román Rodolfo	RN-18	118
Valderrama Membrillo Sergio	SIS-13	139	Vera Norberto	MSG-9	97
Valdés González Carlos M.	RN-32	121	Vera Romero Iván	SE05-3	175
Valdés González Carlos M.	SIS-21	140	Vera Romero Iván	SE05-5	176
Valdés González Carlos M.	VUL-31 CARTEL	152	Vera Romero Iván	SE05-6	176
Valdés González Carlos M.	SE10-9 CARTEL	198	Vera Romero Iván	SE05-12 CARTEL	177
Valdés González Carlos M.	SE11-2	201	Vera Sánchez Pedro	RN-46 CARTEL	125
Valdés González Carlos M.	SE11-11 CARTEL	203	Verdugo Díaz Gerardo	OCE-13	106
Valdés González Carlos M.	SE11-13 CARTEL	203	Verduzco-Zapata Manuel Gerardo	SE20-4	233
Valdés Muro	CCA-8	19	Vergara Miguel Angel	SE20-28 CARTEL	239
Valencia Cabrera Diana	GET-23 CARTEL	66	Vergara Rosana	EG-31	35
Valencia Moreno Martin	GEOQP-14	88	Victoria Morales Alfredo	GEOQP-1	85
Valencia Moreno Martin	GEOQP-26 CARTEL	91	Victoria Morales Alfredo	GEOQP-30 CARTEL	91
Valencia Ponce Alfonso	SED-17 CARTEL	132	Victorio Serrano Mario Alberto	GET-3	61
Valencia Valencia Martín Eduardo	SE05-12 CARTEL	177	Vidal García Martín Carlos	GET-16	64
Valenzuela Ernesto	CCA-30 CARTEL	24	Vidal Solano Jesús Roberto	GEOQP-16	89
Valenzuela Wong Raúl	SIS-18	140	Vidal Solano Jesús Roberto	GEOQP-39 CARTEL	94
Valenzuela Wong Raúl	SE10-11 CARTEL	199	Vidal Solano Jesús Roberto	SE12-7	207
Valle Hernández Sandra	SED-13	131	Vidal Solano Jesús Roberto	SE12-8	208
Valle Levinson Arnoldo	SE20-10	235	Vidal Solano Jesús Roberto	SE12-9 CARTEL	208
Valle Levinson Arnoldo	SE20-25 CARTEL	238	Vidal Solano Jesús Roberto	SE12-12 CARTEL	209
Valle-Rodríguez Santiago	RN-41 CARTEL	124	Villafuerte Carlos	SE10-7	198
Valles Alberto	GGA-23 CARTEL	74	Villalain Juan José	GEOPAL-2	78
Valseca Rolando	SIS-7	138	Villalba María de Lourdes	CCA-28	23
Varely Nick	VUL-22	150	Villalba María de Lourdes	GGA-4	69
Vargas Diana	AR-14	5	Villalba María de Lourdes	GGA-9	71
Vargas Hernández Juan Manuel	CCA-5	18	Villalobos Graniel Alfonso Salomón	SE05-14 CARTEL	177
Vargas Ramos Rodrigo	CCA-34 CARTEL	24	Villalón Turrubiates Iván Esteban	SE08-1	186
Vargas Víctor	VUL-25 CARTEL	151	Villanueva Elba	CCA-7	19
Vargas-Contreras Gerardo Alfredo	MSG-22 CARTEL	100	Villanueva Estrada Ruth Esther	GGA-26 CARTEL	75
Vargas-Contreras Gerardo Alfredo	MSG-27 CARTEL	101	Villanueva Estrada Ruth Esther	SE05-7	176
Varley Nick	VUL-31 CARTEL	152	Villanueva Ismael	CCA-14	20
Vashadikze Goga	GEOPAL-12 CARTEL	80	Villanueva Ismael	SE02-16 CARTEL	162
Vashadikze Goga	GEOPAL-2	78	Villanueva Lascurain Daniel	GEOQP-25 CARTEL	90
Vázquez Bader Ana Rosa	SE15-9	221	Villaseñor Reyes Cecilia Irene	RN-15	117
Vázquez Calva Pablo Andrés	CCA-6	19	Villatoro Monique	SE20-14	236
Vázquez Del Moral Manuel Alejandro	SE06-5	179	Virieux Jean	MSG-14	98
Vázquez G. Esteban	CCA-3	18	Virieux Jean	SIS-10	138
Vázquez Gabriel	AR-22	7	Vita Fabio	VUL-8	147
Vázquez Gabriel	AR-34 CARTEL	9	Vivoni Enrique	SE01-5	155
Vázquez González Rogelio	GEOH-1	51	Vivoni Enrique	SE01-7	156
Vázquez González Rogelio	SE13-3	211	Vivoni Enrique	SE01-9	156
Vázquez González Rogelio	SE13-4	211	Vose Russell	SE01-5	155
Vázquez González Rogelio	SE13-5	211	W. Layer Paul	VUL-18	149
Vázquez Hernández Samuel	FE-12	44	Walko Robert	CCA-23	22
Vázquez Molina María Yosahandy	SE04-20 CARTEL	172	Walle-García Otoniel	MSG-19 CARTEL	100
Vázquez Morales Williams	CCA-11	20	Walliser Eric-Otto	GEOQP-42 CARTEL	94
Vázquez Morales Williams	CCA-22	22	Walpersdorf Andrea	SE10-5	197
Vázquez Morales Williams	CCA-40 CARTEL	25	Walter Allan	SE11-8 CARTEL	202
Vázquez Morales Williams	SE03-11	165	Wannaz Eduardo D.	GGA-8	70
Vázquez Rosario	VUL-11	148	Watts Christopher J.	SE01-9	156
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-36 CARTEL	144	Weber Bodo	SED-12	131
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-37 CARTEL	144	Weber Bodo	SE12-2	206
Vega González Marina	GEOH-22 CARTEL	56	Weber Bodo	SE12-3	206
Vega González Marina	GEOH-24 CARTEL	56	Wedekind Wanja	AR-3	2
Vega Manuel	EG-30	35	Wedekind Wanja	AR-12	4
Vega Saucedo Graciela Anahel	EG-18	32	Welsh-Rodríguez Carlos Manuel	RN-29	121
Vega-Granillo Ricardo	EG-14	31	Welsh-Rodríguez Carlos Manuel	RN-30	121
Vega-Granillo Ricardo	SE12-2	206	Whittembury Bianchi Renzo	OCE-1	104
Vegas Néstor	GEOPAL-10 CARTEL	80	Williams Kenneth H.	EG-6	30
Vegas Néstor	GEOPAL-12 CARTEL	80	Wilson Matthew	SE02-9	160
Velasco Aaron	SIS-9	138	Wilson Robert	FE-1	43
Velasco Aaron	SE11-9 CARTEL	202	Wingartz Carranza Jorge Antonio	RN-4	114
Velasco Herrera Graciela	FE-14 CARTEL	45	Wittenborn Anna	AR-3	2
Velasco Herrera Graciela	FE-15 CARTEL	45	Wittenborn Anna	AR-12	4
Velasco Herrera Graciela	FE-16 CARTEL	45	Wong-Ortega Victor	SE11-5 CARTEL	202
Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-13	44	Wong-Ortega Victor	SE11-8 CARTEL	202
			Xu Shunshan	GET-7	62

Xu Shunshan	GET-11	63
Yáñez Dávila David	GGA-17 CARTEL	73
Yáñez Dávila David	GGA-18 CARTEL	73
Yáñez Dávila David	SE06-12	181
Yepez Enrico A.	GGA-2	69
Yepez Enrico A.	SE01-9	156
Yepez Enrico A.	SE01-13 CARTEL	157
Yutsis Vsevolod	CCA-39 CARTEL	25
Yutsis Vsevolod	EG-56 CARTEL	41
Yutsis Vsevolod	GET-1	61
Yutsis Vsevolod	GET-18 CARTEL	65
Yutsis Vsevolod	GET-22 CARTEL	66
Yutsis Vsevolod	VUL-9	147
Yutsis Vsevolod	SE06-3	179
Zamora Camacho Araceli	EG-21	33
Zamora Camacho Araceli	EG-23	34
Zamora Camacho Araceli	EG-24	34
Zamora Camacho Araceli	SIS-4	137
Zamora Camacho Araceli	VUL-6	146
Zamora Machado Marlene	CCA-25	22
Zamora Martínez Olivia	SE04-22 CARTEL	172
Zanor Gabriela Ana	SED-24 CARTEL	134
Zapi Salazar Norma Angélica	GGA-31 CARTEL	76
Zárate del Valle Pedro Faustino	PALEO-6 CARTEL	111
Zarraluqui Víctor	CCA-2	18
Zarraluqui Víctor	CCA-18	21
Zavala Hidalgo Jorge	CCA-21	22
Zavala Hidalgo Jorge	CCA-27	23
Zavala Sansón Luis	OCE-3	104
Zavala Sansón Luis	SE22-5	241
Zavala Sosa Emilio	MSG-4	96
Zavala-Hidalgo Jorge	MSG-29 CARTEL	101
Zavala-Hidalgo Jorge	SE03-8	165
Zavala-Hidalgo Jorge	SE20-8	234
Zawadzki Atun	SE09-5	192
Zawisza Edyta	SE04-20 CARTEL	172
Zeller Marie-Louise	CCA-15	20
Zeng Xubin	SE01-6	155
Zepeda Ramos Oscar	RN-32	121
Zetina Rejón Manuel	SE15-13	222
Zhu Guizhi	GEOQP-28 CARTEL	91
Zolotokrylin Alexander	CCA-17	21
Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	CS-13 CARTEL	15
Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	EG-44 CARTEL	38
Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SIS-26 CARTEL	142
Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SIS-32 CARTEL	143
Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SE09-15	194
da Rocha Rosmeri	SE02-19 CARTEL	162
de la Cruz Salas Luis Miguel	MSG-4	96
de la Cruz Salas Luis Miguel	MSG-5	96
de la Cruz Salas Luis Miguel	MSG-6	96
de la Cruz Salas Luis Miguel	MSG-7	97
de la Cruz Salas Luis Miguel	MSG-8	97
de la O Margarita	CS-9 CARTEL	14
de-León-Jasso Brayan Eduardo	MSG-20 CARTEL	100
de-León-Jasso Brayan Eduardo	MSG-21 CARTEL	100
van der Westhuysen Andre	SE20-23	238

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota es de \$300.00 para investigadores
y \$150.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Ligia Pérez Cruz
Editores

Costo anual de anuncios en GEOS

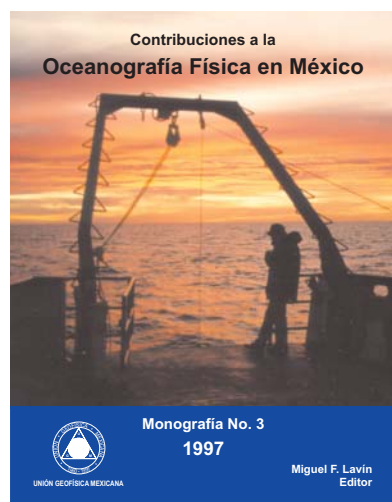
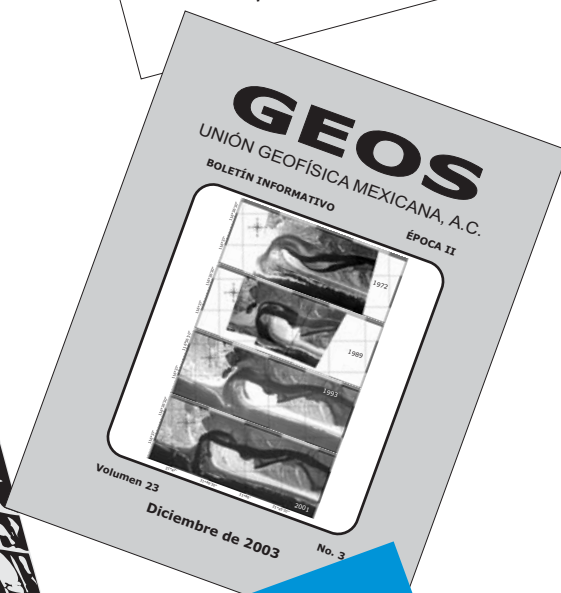
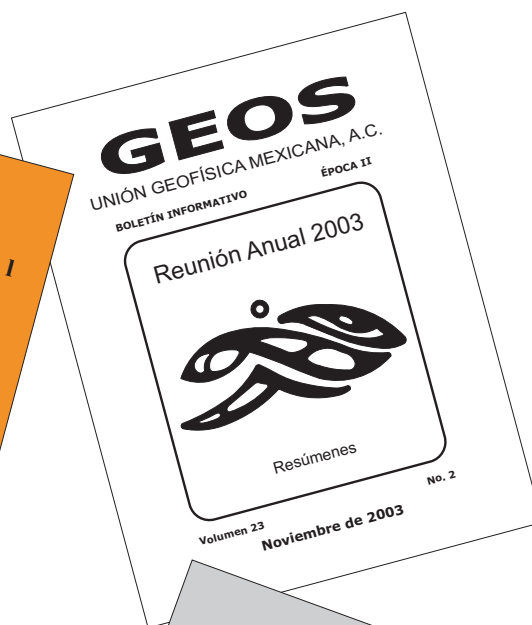
Instituciones:	Comerciales y gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

GEOS

Información con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.