

Unión Geofísica Mexicana, A.C.

geos



unión geofísica mexicana a.c.



**Reunión Anual
2009**

**Unión
Geofísica
Mexicana, A.C.**

Volumen 29

No. 1

Noviembre de 2009

GEOS

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

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

GEOS se publica tres 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 2008-2009

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Oscar Campos Enríquez
Presidente

Dr. José Manuel Romo Jones
Vicepresidente

Dr. Víctor Manuel Wong Ortega
Tesorero

Dr. Ayto Gogichaisvili
Secretario de Investigación

Dr. Ramón Zúñiga Dávila
Secretario de Difusión

Dr. Héctor López Loera
Secretario de Educación

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Ramón Zúñiga Dávila
ramon@geociencias.unam.mx
Centro de Geociencias, UNAM

Comité Editorial

Harald Böhnelt, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICYT
Oscar Campos, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores Luna, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
José Luis Frías Salazar, INEGI
Juan García Abdeslem, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
René Garduño, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo
Margarita López Martínez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Miguel Lavín Peregrina, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, PEMEX
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM
Miguel Téllez, UABC
Gustavo Tolson, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

Apoyo Técnico Editorial

Ángel Daniel Peralta Castro - dperalta@cicese.mx
Gustavo Peinemann Le Duc - peineman@cicese.mx
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales, así como artículos de divulgación y notas cortas y sobre 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 revista y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

Correspondencia a:
Editorial GEOS

División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Carr. Tijuana - Ensenada No. 3918
Zona Playitas, C.P. 22860
Ensenada, B.C., México
Tel.: (646)175-0500, Ext. 26060

Título: **GEOS**

Periodicidad: cuatrimestral

ISSN: 0186-1891

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

Editorial

La Reunión Anual 2009 de la Unión Geofísica Mexicana se desarrolla en el marco del Año Internacional de la Astronomía y del final de las actividades conmemorativas del Año Internacional del Planeta Tierra (International Year of Planet Earth). Diversas actividades del programa académico de la Reunión Anual 2008 fueron planeadas como parte del programa general del Año Internacional del Planeta Tierra y varias de las actividades de esta reunión llevan el distintivo del Año Internacional de la Astronomía. Contribuciones especiales, que pertenecen a ese dominio y que son resultado de conjugar la creatividad y el conocimiento, son tanto el cartel de nuestra reunión, así como un cuento corto inédito relacionado con la astronomía que se publica en este número de GEOS. Tan sólo papel, tijeras y perforadoras utilizó el artista para el diseño del cartel que bien nos muestra elementos del universo en el fondo del espacio en expansión. El cuento, de forma similar a como los griegos describieron su mundo, inventa una mitología y nos permite viajar en el universo. Los conceptos cuánticos son los elementos con que se teje la prosa que sustenta la ensoñación de la escritora.

La contribución al Año Internacional de la Astronomía por parte de la comunidad de Ciencias Espaciales de la Unión Geofísica Mexicana es una componente importante del programa que incluye, además de la sesión regular, el Taller de Observatorios y Detectores para la Investigación Espacial, y el Taller de Partículas Energéticas, Eyecciones de Masa Coronal, Ondas de Choque Interplanetarias y Observaciones de Radio (Tipo II y Centelleo Interplanetario), la participación en el Simposio sobre Cambio Climático, así como dos conferencias magistrales.

El programa de la comunidad de Geohidrología comprende una sesión regular, así como dos conferencias magistrales. En particular destacamos la asistencia del Ing. Felipe Arreguín, Sub-Director Técnico de la Comisión Nacional del Agua, quién nos honra con la conferencia magistral "El Agua Virtual en México". El número correspondiente de presentaciones creció en un 80 % con relación a la pasada reunión. Nos congratulamos del programa que se ofrece en el área de las aguas subterráneas y esperamos que estos esfuerzos fortalezcan a la UGM en esta área primordial para el desarrollo sustentable de nuestro país.

De manera singular, la comunidad de Ciencias Marinas logró armar un programa sustancial que ofrece una amplia visión de las investigaciones que se realizan en los mares mexicanos, lo cual se refleja en la sesión regular de oceanología y en siete sesiones especiales, una conferencia magistral y un par de pláticas invitadas. Cabe destacar que el número total de presentaciones creció, con relación a nuestra pasada reunión, en un 175 %. Se suman a estos logros, la presencia durante la reunión, del buque oceanográfico "El Puma" de la UNAM y las visitas guiadas al mismo. El Buque ha navegado durante 29 años en el Océano Pacífico, principalmente en aguas mexicanas, y representa un gran beneficio para las actividades de investigación oceanográfica en México.

En este contexto, las contribuciones en el área de la Exploración Geofísica también presentaron un aumento del 137 % con respecto al año pasado. Las presentaciones relacionadas con la Geología acusan también un incremento porcentual de aproximadamente 75 %. Las temáticas relacionadas con la Geología y Geofísica Ambiental, así como con los Riesgos Geológicos e Hidrometeorológicos ratificaron su pertinencia en nuestro país. También logran un aumento importante con respecto al 2008. Esta misma tendencia se observa en disciplinas afines a la Física del Interior de la Tierra (sismología, paleomagnetismo, geodesia, etc.), así como las Ciencias de la Atmósfera.

El número de resúmenes registrados para la reunión 2008 ya marcaba un hito en la historia de nuestra asociación. Sin embargo, para esta ocasión las contribuciones continuaron con la tendencia al alza, a pesar de las vicisitudes que afectan a nuestro país este periodo.

Esperamos que estas tendencias se consoliden y vayan permitiendo que nuestra organización, en el corto tiempo, se asuma como la primera sociedad de geociencias de América Latina.

Estos logros, somos concientes, no los hubiéramos obtenido, sin un apoyo sustancial del comité organizador de este evento y, en particular, de los responsables de las sesiones regulares y de las sesiones especiales. Ya en nuestra pasada asamblea general se votó para que los responsables de las sesiones regulares fueran integrados formalmente al comité organizador. Una medida atinada que ha garantizado el éxito de la presente reunión. El camino para lograr el fortalecimiento de nuestra asociación requiere de esfuerzos continuados. Así pues es necesario activar, para empezar, los mecanismos de organización previstos en nuestros estatutos. En particular, las representaciones de las secciones de Tierra Sólida, Oceanografía y Limnología, Atmósfera, Espacio Exterior. Es de esperarse que los representantes de estas secciones coadyuven a la mesa directiva en las tareas de organización de las reuniones anuales, en particular, y al gran desarrollo de la UGM, en un sentido más amplio. El agradecimiento es un valor ético muy humano, que debe ser usado para dignificar el apoyo de todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana. Nuestro reconocimiento pues, al apoyo decidido de todos los responsables de sesiones regulares y especiales, que generosamente nos brindaron con su tiempo y esfuerzo. Aquí también debemos incluir a los moderadores de las sesiones. De esta manera estamos fomentando la cultura de cooperación, de pertenencia, y de la valorización de nuestra asociación por parte de todos sus miembros.

Dr. Oscar Campos Enríquez
Presidente
Unión Geofísica Mexicana A.C.

Estructura de la Reunión

CONFERENCIAS MAGISTRALES Y PLÁTICAS INVITADAS

El esfuerzo de los responsables de sesiones regulares y especiales ha hecho posible que se tenga un excelente programa de conferencias magistrales, así como de pláticas invitadas.

Para esta reunión se registraron un total de 635 resúmenes, distribuidos entre 36 sesiones regulares (16) y especiales (20). De los 635 resúmenes aceptados, 450 fueron programados para presentación oral. El complemento, 185, ha sido programado para su presentación mediante cartel.

Conferencias magistrales:

El agua virtual en México

Luis Felipe Arreguín Cortés, Comisión Nacional del Agua

30 years of isotopes on Waterloo Region Wells

Bob Drimmei, University of Waterloo

Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas: dos casos de estudio

Roberto Sánchez, UC-MEXUS

Prospects for a climate agreement in Copenhagen

Diana Liverman, Environmental Change Institute, University of Oxford & The University of Arizona

Los buques oceanográficos de la UNAM y su papel en las investigaciones marinas en México

Ingvar Emilsson, Coordinación de Plataformas Oceanográficas, UNAM

A general review of MT studies of continental dynamics

Martyn Unsworth, University of Alberta

Clima espacial: impacto en la sociedad y tecnología

Eduardo Araujo Pradera, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado

The heliosphere at solar minimum: what are we learning from STEREO?

Angelos Vourlidas, Naval Research Laboratory

Pláticas invitadas:

Condiciones hidrográficas en el sur del Golfo de California

Miguel Lavin, Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE

Effects of sediment loading and magmatic injection on continental rifting

W. Roger Buck, Robert W. Bialas, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University

Why did the southern Gulf of California rupture so rapidly?

Paul Umhoefer, School of Earth Sciences & Environmental Sustainability, Northern Arizona University

SESIONES REGULARES

A continuación la lista de sesiones regulares y sus respectivos responsables:

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)

René Garduño López, Víctor Manuel Mendoza Castro

Exploración geofísica (EG)

Francisco Javier Esparza Hernández, William Bandy, Andrés Tejero Andrade

Física espacial (FE)

Alejandro Lara Sánchez

Geodesia (GEOD)

Vladimir Kostoglodov, Enrique Cabral Cano, Ramón V. García López

Geohidrología (GEOH)

Graciela Herrera Zamarrón, Antonio Cardona Benavides

Geología del petróleo (GP)

José Manuel Grajales Nishimura

Geología estructural y tectónica (GET)

Luca Ferrari Pedraglio, José Rosas Elguera

Geología y geofísica ambiental (GGA)

René Chávez Segura, Luis Miguel Mitre Salazar, Salvador I. Belmonte Jiménez, Carlos Francisco Flores Luna

Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)

Luis Alva Valdivia, Harald Böhnell

Geoquímica y petrología (GEOQP)

Arturo Gómez Tuena, Fernando Velasco, Raymundo G. Martínez Serrano

Mineralogía (MIN)

Carles Canet, Alfredo Victoria Morales

Oceanología (OCE)

Ligia L. Pérez Cruz, David Salas de León

Paleontología (PALEO)

David Zamudio Ángeles

Sedimentología y estratigrafía (SED)

Francisco Javier Grijalva Noriega

Sismología (SIS)

Roberto Ortega Ruiz, Carlos Mendoza

Vulcanología (VUL)

José Luís Arce, Lucia Capra, Gerardo Carrasco

SESIONES ESPECIALES

Para esta reunión se inscribieron un total de 26 sesiones especiales. En el proceso final, algunas de ellas se fusionaron con otras. La lista de sesiones especiales y de sus respectivos responsables se da a continuación:

Acoplamiento bio-oceanográfico en la bahía de La Paz y región sur del Golfo de California (SE01)

Aída Martínez López, Emilio Beber

Antropoceno: La nueva relación Tierra-Humanidad (SE02)

Jesús Daniel Martínez Gómez, Ramiro Rodríguez Castillo

Climas y océanos del pasado (SE03)

Juan Carlos Herguera García

EL agua subterránea en la Cuenca de México: implicaciones hidrogeológicas, ecológicas económicas y sociales, en la administración del agua en la Cuenca de México (SE04)

Rafael Huizar, Joel Carrillo, Guillermo Hernández, Antonio Cardona

El océano como regulador del CO₂ a nivel global (SE05)

Aramis Olivos Ortiz

Emergiendo sismología, geodesia, meteorología y mareografía en redes integradas: es hora en México? (SE06)

Javier González

Enseñanza en geociencias (SE07)

Héctor López Loera

Estudios magnetotélúricos: estructura cortical, geotermia, geohidrología (SE08)

Jorge Arzate Flores, Martyn Unsworth, Claudia Arango Galván, José Manuel Romo Jones, Oscar Campos Enríquez

Evidencias geológicas e históricas de terremotos de subducción y sus tsunamis (SE09)

María Teresa Ramírez H., Marcelo Lagos, Marco Cisternas

Exploración sísmica petrolera (SE10)

Antonio Sandoval Silva

Glaciología en México (SE11)

Alejandro Carrillo, Hugo Delgado Granados

Instrumentación: señales, imágenes, análisis espectral y nuevas técnicas de procesamiento de datos geofísicos, desde cambio climático hasta estudios aeroespaciales (SE12)

Víctor Manuel Velasco Herrera, Jorge Pérez Peraza

Investigaciones recientes de geofísica y geología en mares mexicanos (SE13)

Carlos A. Mortera Gutiérrez, William Bandy, Francois Michaud

Modelos analógicos (SE14)

Luís Mariano Cerca, Ricardo Balderas

Oceanografía física costera (SE15)

María Adela Monreal Gómez, David Alberto Salas de León, David Salas Monreal

Paleosismología y arqueología (SE16)

Víctor Hugo Garduño Monroy

Productividad primaria en los mares mexicanos (SE17)

Saúl Alvares Borrego

Registros geofísicos de pozo en la exploración petrolera (SE18)

Enrique Coconi Morales

Reto en la exploración geofísica dentro de la crisis financiera (SE19)

Roberto Ortega

Retos de las revistas científicas en México (SE20)

Silvia Zueck González, Saúl Armendáriz Sánchez, Claudio Amescua García

Riesgos costeros (SE21)

Enrique H. Nava Sánchez, Rubén Morales Pérez

Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE22)

David Novelo Casanova, Víctor Magaña Rueda, Juan Carlos Mora Chaparro

Ruptura de la litósfera continental: desde la dinámica del manto hasta la evolución de cuencas y fluidos (SE23)

Juan Contreras Pérez, Arturo Martín Barajas

Simposio sobre cambio climático (SE24)

Carlos Gay García, Cecilia Conde Álvarez

Taller de observatorios y detectores para la investigación espacial (SE25)

Román Pérez Enríquez

Taller de partículas energéticas, eyecciones de masa coronal, ondas de choque interplanetarias y observaciones de radio (tipo II y centelleo interplanetario) (SE26)

Juan Américo González Esparza

SESIONES DE CARTELES

Una tendencia que se observa en todas las áreas de investigación representadas en nuestra asociación es el uso de carteles. Creemos que la sesión de carteles constituye un excelente medio para la presentación de trabajos de investigación. Este medio de presentación, que es ampliamente favorecido en todos los foros académicos en los EE.UU. y europeos, permite intercambios de opiniones enriquecedoras, favorece el establecimiento de colaboraciones, etc. Esperamos que la cultura del cartel sea fomentada en la UGM, y quede bien establecida como un excelente medio de comunicación científica, tal como es en otras organizaciones afines del mundo como la American Geophysical Union. Para esta reunión constatamos, en efecto, un uso creciente de este medio de presentación.

CURSOS

Como preámbulo a la reunión se impartirán 5 cursos en las instalaciones del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. Los cursos que se impartirán son:

Hidrogenoquímica ambiental

Alejandro Carrillo

Los últimos avances en el análisis de elementos traza: espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICPMS); introducción al método y aplicaciones

Ofelia Pérez Arvizu, Elena Lounejeva

Modelado de deformación en cinturones de pliegues y cabalgaduras

Juan Contreras

Preparación de un manuscrito científico

J. Jesús Silva Corona, María Teresa Orozco, Susana A. Alaniz

Principles and applications of surface waves

Don Zhao, Alfonso Álvarez Manilla

PRESENTACIÓN DE LIBRO

Antropoceno. El inicio de nuevas relaciones Tierra – Humanidad

J. Martínez, R. Rodríguez

El libro se divide en capítulos que contienen algunas de las ideas presentadas en la Sesión Especial Ciencias de la Tierra y Sociedad, durante la Reunión Anual 2008 de la Unión Geofísica Mexicana. Además, para ofrecer una visión integradora de los distintos sistemas planetarios (Atmósfera, Hidrósfera, Biósfera y Geósfera) se adicionaron algunos temas, que aunque no tuvieron presencia en la Sesión Especial Ciencias de la Tierra y Sociedad, son visiones necesarias para los fines de este proyecto editorial. El contenido de los capítulos fue arbitrado por pares académicos.

CENA-BAILE y VELADA DE CLAUSURA

Por último, seguiremos manteniendo la tradicional cena-baile, evento en el que nos podremos encontrar con nuestros colegas y amigos de siempre. Brindar por todos los motivos posibles. En esta ocasión también ofreceremos una velada de clausura.

Instituciones Participantes

	Institución	País
1.	INNOMAR Technologie GmbH, Rostock	Alemania
2.	RWTH Aachen University	Alemania
3.	King Saud University	Arabia Saudita
4.	Comisión Nacional de Energía Atómica	Argentina
5.	Fundación Miguel Lillo	Argentina
6.	Universidad Nacional de Salta, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	Argentina
7.	The Australian National University, Research School of Earth Sciences	Australia
8.	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Brasil
9.	Saint Francis Xavier University, Department of Earth Sciences	Canadá
10.	University of Calgary	Canadá
11.	University of Manitoba	Canadá
12.	Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía	Chile
13.	RIMISP, Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural	Chile
14.	Universidad de Concepción	Chile
15.	Universidad de Santiago de Chile	Chile
16.	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas	Colombia
17.	Ecopetrol	Colombia
18.	Universidad Industrial de Santander	Colombia
19.	Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias, Medellín	Colombia
20.	Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas	Cuba
21.	Ministerio de la Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Geofísica y Astronomía	Cuba
22.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
23.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo	España
24.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Jaume Almera	España
25.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados	España
26.	Consejo Superior de investigaciones Científicas, Unidad de Tecnología Marina	España
27.	Instituto de Ciencias del Mar	España
28.	Instituto Geológico y Minero de España	España
29.	Instituto Geológico y Minero de España, Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos	España
30.	Instituto Geológico y Minero de España, Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica	España
31.	Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Cádiz	España
32.	Universidad Autónoma de Barcelona	España
33.	Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Geografía	España
34.	Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental	España
35.	Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Geodinámica	España
36.	Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Geofísica	España
37.	Universidad de Barcelona, Facultad de Geología, Departamento de Geodinámica y Geofísica	España
38.	Universidad de Granada, Departamento de Geodinámica	España
39.	Universidad de Granada, Instituto Andaluz de Geofísica	España
40.	Universidad de Salamanca	España
41.	Universitat de les Illes Balears	España
42.	Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals	España
43.	Collège de France	Francia
44.	Institut de Physique du Globe de Paris	Francia
45.	Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie	Francia
46.	Louis Pasteur Université, Institute Le Bel	Francia
47.	Polytech Orléans	Francia
48.	Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer	Francia
49.	Université de Poitiers	Francia
50.	Université Montpellier 2	Francia
51.	Radio Astronomy Centre Ooty Radiotelescope	India
52.	Imperial College London, Blackett Laboratory, London	Inglaterra
53.	Università degli Studi di Firenze	Italia
54.	Tokyo University	Japón
55.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
56.	Academia Nacional de Investigación y Desarrollo	México

Institución	País
57. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
58. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro Universitario para la Prevención de Desastres	México
59. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	México
60. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería	México
61. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Química	México
62. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Laboratorio de Geofísica Computacional	México
63. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	México
64. Centro de Investigación Científica de Yucatán	México
65. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Ciencias del Agua	México
66. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	México
67. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, División de Ciencias de la Tierra	México
68. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, División de Oceanología	México
69. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, La Paz	México
70. Centro de Investigación en Geografía y Geomática	México
71. Centro de Investigación en Materiales Avanzados	México
72. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	México
73. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas	México
74. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Sonora	México
75. Centro de Investigaciones en Óptica	México
76. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social	México
77. Centro Nacional de Prevención de Desastres	México
78. Centro Queretano de Recursos Naturales	México
79. Colegio de Postgraduados	México
80. Colegio de San Luis	México
81. Colegio Franco Inglés	México
82. Comisión Estatal de Aguas de Querétaro	México
83. Comisión Federal de Electricidad	México
84. Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos	México
85. Comisión Federal de Electricidad, Oceanografía-GEIC	México
86. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	México
87. Comisión Nacional del Agua, Querétaro	México
88. Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.	México
89. Compañía Minera Peña de Bernal, S.A. de C.V., Unidad San Martín	México
90. COTAS Irapuato-Valle de Santiago A.C.	México
91. Dirección General de Protección Civil del Estado de México	México
92. El Colegio de la Frontera Norte	México
93. El Colegio De Michoacán	México
94. EPyESSA	México
95. Escuela Nacional de Antropología e Historia	México
96. Gobierno del Distrito Federal, Delegación Iztapalapa, Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo	México
97. Gobierno del Estado de Michoacán, Secretaría de Desarrollo Rural	México
98. Gobierno del Estado de Puebla, Sistema Estatal de Monitoreo Ambiental	México
99. Gobierno del Estado de Zacatecas, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas	México
100. Industrias Peñoles, S.A. de C.V.	México
101. Instituto de Ecología	México
102. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México
103. Instituto Mexicano del Petróleo	México
104. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Laboratorio de Geofísica	México
105. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Morelia	México
106. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico	México
107. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	México
108. Instituto Nacional de Ecología	México
109. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	México
110. Instituto Politécnico Nacional	México
111. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación	México
112. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	México
113. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Laboratorio de Procesos Costeros y Oceanografía Física	México
114. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	México
115. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz	México

Institución	País
116 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional	México
117 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Michoacán	México
118 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca	México
119 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo	México
120 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco	México
121 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura	México
122 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ticomán	México
123 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad de Ciencias de la Tierra	México
124 Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	México
125 Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Posgrado en Geociencias Aplicadas	México
126 Instituto Tecnológico de Chihuahua II	México
127 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente	México
128 Instituto Tecnológico de Guaymas	México
129 Instituto Tecnológico de La Paz	México
130 Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, Departamento de Ingeniería en Geociencias	México
131 Instituto Tecnológico Superior de Zapopan	México
132 Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya	México
133 Junta Municipal de Aguas y Saneamiento, Chihuahua	México
134 Municipio de San Miguel de Allende	México
135 Museo Histórico de Múzquiz	México
136 PEMEX	México
137 PEMEX, Exploración y Producción	México
138 Pronatura México, A.C.	México
139 Schlumberger	México
140 Secretaría de Desarrollo Económico Puebla	México
141 Secretaría de Marina, Estación Oceanográfica de Ensenada B.C.	México
142 Secretaría de Marina, Instituto Oceanográfico del Pacífico	México
143 Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional	México
144 Secretaría de Protección Civil, Distrito Federal	México
145 Universidad Autónoma Chapingo	México
146 Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos	México
147 Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción	México
148 Universidad Autónoma de Baja California	México
149 Universidad Autónoma de Baja California Sur	México
150 Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento de Geología Marina	México
151 Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas	México
152 Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas	México
153 Universidad Autónoma de Chihuahua	México
154 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería	México
155 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	México
156 Universidad Autónoma de Guerrero	México
157 Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias de la Tierra	México
158 Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional	México
159 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra	México
160 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Posgrado en Geociencias	México
161 Universidad Autónoma de Nuevo León, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
162 Universidad Autónoma de Querétaro	México
163 Universidad Autónoma de Querétaro, Centro de Investigaciones del Agua	México
164 Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales	México
165 Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería	México
166 Universidad Autónoma de San Luis Potosí	México
167 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería	México
168 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Geología	México
169 Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Posgrado en Geología Aplicada	México
170 Universidad Autónoma de Sinaloa	México
171 Universidad Autónoma de Tamaulipas	México
172 Universidad Autónoma de Zacatecas, Centro Regional de Estudios Nucleares	México

Institución	País
173 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
174 Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
175 Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas	México
176 Universidad Autónoma Metropolitana	México
177 Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa	México
178 Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México
179 Universidad de Colima	México
180 Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas	México
181 Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas	México
182 Universidad de Colima, Instituto Oceanográfico	México
183 Universidad de Colima, Observatorio Vulcanológico	México
184 Universidad de Guadalajara	México
185 Universidad de Guadalajara, Centro de Sismología y Volcanología de Occidente	México
186 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	México
187 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías	México
188 Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa	México
189 Universidad de Guadalajara, Departamento de Física	México
190 Universidad de Guadalajara, Departamento de Geografía y Ordenación Territorial	México
191 Universidad de Guanajuato	México
192 Universidad de Guanajuato, Departamento de Geomática e Hidráulica	México
193 Universidad de Guanajuato, Departamento de Minas, Metalurgia y Geología	México
194 Universidad de Guanajuato, Departamento de Química	México
195 Universidad de Guanajuato, División de Arquitectura , Arte y Diseño	México
196 Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías	México
197 Universidad de Guanajuato, Maestría en Ciencias del Agua	México
198 Universidad de Occidente	México
199 Universidad de Sonora	México
200 Universidad de Sonora, Departamento de Geología	México
201 Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Física	México
202 Universidad de Sonora, Departamento de Matemáticas	México
203 Universidad del Mar	México
204 Universidad del Mar, Laboratorio de Paleobiología	México
205 Universidad del Mar, Licenciatura en Biología	México
206 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	México
207 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología	México
208 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	México
209 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	México
210 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Departamento de Geología y Mineralogía	México
211 Universidad Nacional Autónoma de México	México
212 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	México
213 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera	México
214 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	México
215 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias	México
216 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
217 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental	México
218 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Radioastronomía y Astrofísica	México
219 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias	México
220 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	México
221 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras	México
222 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía	México
223 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Licenciatura de Geografía	México
224 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Posgrado de Geografía	México
225 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería	México
226 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Departamento de Geología	México
227 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	México
228 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química	México
229 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Química Analítica	México
230 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía	México

Institución	País
231 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	México
232 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares	México
233 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Física	México
234 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica	México
235 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra	México
236 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Departamento de Ciencias Espaciales	México
237 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Departamento de Recursos Naturales	México
238 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Facultad de Ingeniería	México
239 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural	México
240 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica	México
241 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Morelia	México
242 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
243 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Servicio Mareográfico	México
244 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Servicio Sismológico Nacional	México
245 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía	México
246 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología	México
247 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Departamento de Geología Regional	México
248 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Departamento de Geoquímica	México
249 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste	México
250 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
251 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra	México
252 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería	México
253 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	México
254 Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Suelos y Agua, Morelia	México
255 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ciencias de la Tierra	México
256 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias Biológicas	México
257 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
258 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología	México
259 Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Geografía	México
260 Universidad Pedagógica Nacional	México
261 Universidad Veracruzana	México
262 Universidad Veracruzana, Centro de Ciencias de la Tierra	México
263 Universidad Veracruzana, Ciencias Atmosféricas	México
264 Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Licenciatura de Geografía	México
265 URBA, Ingeniería	México
266 Universidade de Lisboa, Departamento de Física y Centro de Geofísica	Portugal
267 Dirección General de Minería, Santo Domingo	República Dominicana
268 Universidad Autónoma de Santo Domingo, Facultad de Ciencias, Escuela de Física	República Dominicana
269 Universidad Autónoma de Santo Domingo, Facultad de Ciencias, Instituto Sismológico Universitario	República Dominicana
270 Academy of Sciences of Russia, Shirshov Institution of Oceanology, Moscow	Rusia
271 Russian Academy of Sciences, Institute of Geography	Rusia
272 Universidad de Reglamentación de Tierras de Moscú	Rusia
273 IRF	Suecia
274 University of East Anglia	Reino Unido
275 California Institute of Technology	USA
276 California Institute of Technology, Seismological Laboratory	USA
277 Columbia University, Lamont-Doherty Earth Observatory	USA
278 Florida State University, Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies	USA
279 Indiana-Purdue University, Department of Earth Sciences	USA
280 Iowa State University, Department of Geological and Atmospheric Sciences	USA
281 IRIS-PASSCAL Instrument Center	USA
282 Los Alamos National Laboratory, Los Alamos New Mexico	USA
283 Moss Landing, Monterey Bay Aquarium Research Institute, California	USA
284 National Oceanic and Atmospheric Administration	USA

Institución	País
285 National Oceanic and Atmospheric Administration, Centro de Predicción de Clima Espacial	USA
286 Naval Postgraduate School, Monterey	USA
287 Naval Research Laboratory	USA
288 Naval Research Laboratory, Stennis Space Center	USA
289 Naval Research Laboratory, Washignton, DC	USA
290 Northern Arizona University, School of Earth Sciences & Environmental Sustainability	USA
291 Oregon State University	USA
292 Predictive Science, Incorporated, San Diego	USA
293 Solana Scientific Inc, California	USA
294 University of Arizona, Tucson	USA
295 University of California, Department of Earth and Space Sciences, Los Angeles	USA
296 University of California, Institute of Geophysics and Planetary Physics, Los Angeles	USA
297 University of California, Los Angeles	USA
298 University of California, Santa Cruz	USA
299 University of California, Scripps Institution of Oceanography, Institute of Geophysics and Planetary Physics, San Diego	USA
300 University of California, Space Sciences Laboratory, Berkeley	USA
301 University of Colorado at Boulder	USA
302 University of Colorado at Boulder, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences	USA
303 University of Florida	USA
304 University of Florida, Florida Museum of Natural History	USA
305 University of Maryland	USA
306 University of Miami	USA
307 University of Minnesota, Department of Geology and Geophysics	USA
308 University of Pittsburgh, Department of Geology and Planetary Science	USA
309 University of Southern California, Department of Biological Sciences / Department of Earth Sciences	USA
310 University of Texas at El Paso, Department of Geological Sciences	USA

Conferencias Magistrales

Los buques oceanográficos de la UNAM y su papel en las investigaciones marinas en México

Ingvar Emilsson
Coordinación de Plataformas Oceanográficas, UNAM

Los buques oceanográficos de la UNAM, EL PUMA y JUSTO SIERRA, fueron adquiridos al inicio de la década de los ochenta como medio indispensable para la investigación de la Zona Económica Exclusiva, recién establecida por México, permitiendo así el uso adecuado del potencial humano e institucional que se había creado mediante los esfuerzos realizados en los años setenta para crear una verdadera infraestructura en las ciencias del mar a nivel nacional.

El B/O EL PUMA tiene su base en Mazatlán, Sin. y cubre las áreas oceánicas frente al litoral Pacífico mientras su gemelo B/O JUSTO SIERRA opera en el Golfo de México y el Caribe con su base situada en Tuxpan, Ver.

Desde su entrada en servicio, anualmente cada buque ha operado cerca de 150 días en 10 campañas y ha navegado una distancia equivalente a un perímetro del globo terráqueo, en promedio. En estas unidades multidisciplinarias, cómodas y eficientes, han trabajado más de 10 mil personas, entre investigadores, asistentes técnicos y estudiantes, nacionales y extranjeros.

La entrada en el escenario de estas unidades representó un verdadero parte-aguas en el desarrollo oceanográfico nacional y los trabajos efectuados mediante su apoyo han avanzado de manera muy significativa el conocimiento de los mares de México y áreas oceánicas aledañas en todas sus facetas, biológicas, químicas, físicas y geológicas.

A general review of MT studies of continental dynamics

Martyn Unsworth
University of Alberta

Plate tectonics has provided a unifying explanation for many diverse geological processes, ranging from the locations of earthquakes and volcanoes to the distribution of mineral deposits. Since plate tectonics was first widely accepted in the 1960's, geophysical imaging has played a major role in understanding the processes that occur at plate boundaries. Seismic studies are the most widely used and have defined the geometry of many plate boundaries at depth, both by imaging variations in seismic wave velocity and the spatial and temporal distribution of earthquake hypocentres. Magnetotelluric (MT) studies use low-frequency radio waves to image subsurface resistivity structure and provide complementary information to that obtained from seismic studies. The resistivity of crustal and upper mantle rocks is controlled by minor constituents with a low resistivity, such as aqueous fluids, partial melt, graphite and sulphide minerals. In this presentation, I will summarize what magnetotelluric exploration has contributed to the study of continental dynamics.

Rift valleys and mid ocean ridges are the locations where two plates diverge. MT studies of these regions have delineated the distribution of partial melt and hydrothermal circulation at depth, and shown that these features are not generally symmetric at depth.

Where plates converge, the style of deformation depends on whether the plates are composed of continental or oceanic crust. If at least one of the plates is composed of oceanic crust, then a subduction zone will develop with a fluid saturated plate descending into the mantle. MT studies of several subduction zones (Cascadia, Central America, and South America) have shown where fluids are released from the subducting plate from depth of a few kilometres to more than 100 km. These fluids have a profound impact on the composition and rheology of the overlying crust and mantle. When both plates are composed of continental crust, then buoyancy prevents subduction occurring and a zone of thickened continental crust can develop (e.g. Tibetan Plateau and Anatolian-Iranian Plateau). MT studies of these continent-continent collisions have defined regions in the crust with an elevated fluid that are weaker than the surrounding crust and may act as channels of crustal flow.

At strike-slip boundaries, one plate moves past the other and a zone of relatively narrow deformation can develop. These boundaries are important because of the destructive earthquakes that can occur on them. MT studies of a number of strike slip faults have revealed that zones of elevated fluid content can occur, both in the brittle upper crust, and also in the ductile lower crust. This includes studies of the San Andreas Fault, the North Anatolian Fault and the Alpine Fault in New Zealand. The fluid content appears to show some relation with the type of seismic behaviour exhibited by the fault. However it is not clear if the fluids control the seismic behaviour, or whether the deformation produces zones of high fluid content.

This area of research has advanced significantly in recent years as data collection allows larger grids of stations to be collected, and improved software allows 3D inversions to become more widely used. Combined seismic / MT inversion is a developing field that is also improving the ability of MT data to reliably image crust and upper mantle structure in regions of active deformation.

The heliosphere at solar minimum: what are we learning from STEREO?

Angelos Vourlidas
Naval Research Laboratory

The SECCHI telescopes aboard the STEREO mission have been providing continuous imaging of the corona and inner heliosphere since 2007. The observations have already provided important clues about the magnetic nature of CMEs. However, the extended solar minimum allows us an opportunity to observe the quiescent solar wind as well. I review the status of solar wind analysis based on the SECCHI observations and what have we learned from this analysis.

Programa General

		Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Carteles
Domingo	AM	Cursos * Hidrogeoquímica ambiental * Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICPMS) * Modelado de deformación en cinturones de pliegues y cabalgaduras * Preparación de un manuscrito científico * Principles and applications of surface waves					
	PM						
Lunes	AM	Inauguración					
		Conferencia Magistral El agua virtual en México <i>Luis Felipe Arreguín Cortés</i>					
		GEOH Geohidrología (GEOH-1 – GEOH-14)	SIS Sismología (SIS-1 – SIS-14)	PALEO Paleontología (PALEO-1 – PALEO-5)	SE03 Climas y océanos del pasado (SE03-1 – SE03-5)	SE20 Retos de las revistas científicas en México (SE20-1 – SE20-6)	GEOH (GEOH-28 – GEOH-40)
				SED Sedimentología y estratigrafía (SED-1 – SED-10)	SE05 El océano como regulador del CO2 a nivel global (SE05-1 – SE05-2)	SE02 Antropoceno: la nueva relación Tierra-Humanidad (SE02-1 – SE02-8)	SIS (SIS-35 – SIS-50)
	Comida					PALEO (PALEO-6 – PALEO-9)	
	Carteles					SED (SED-14 – SED-21)	
	PM	GEOH Geohidrología (GEOH-15 – GEOH-20)	SIS Sismología (SIS-15 – SIS-20)	SED Sedimentología y estratigrafía (SED-11 – SED-13)	SE17 Productividad primaria en los mares mexicanos (SE17-1 – SE17-8)	SE02 Antropoceno: la nueva relación Tierra-Humanidad (SE02-9 – SE02-12)	MIN (MIN-11)
				MIN Mineralogía (MIN-1 – MIN-4)	SE21 Riesgos costeros (SE21-1 – SE21-7)		SE21 (SE21-8 – SE21-10)
		Conferencia Magistral 30 years of isotopes on Waterloo Region Wells <i>Bob Drimmei</i>					
		Martes	AM	Conferencia Magistral Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas: dos casos de estudio <i>Roberto Sánchez</i>			
GEOH Geohidrología (GEOH-21 – GEOH-27)	SIS Sismología (SIS-21 – SIS-34)			MIN Mineralogía (MIN-5 – MIN-10)	OCE Oceanología (OCE-1 – OCE-10)	GP Geología del petróleo (GP-1 – GP-5)	SE23 (SE23-12)
SE23 Ruptura de la litósfera continental: desde la dinámica del manto hasta la evolución de cuencas y fluidos (SE23-6 – SE23-11)	GEOD Geodesia (GEOD-1 – GEOD-4)			GEOQP Geoquímica y petrología (GEOQP-1 – GEOQP-12)	SE01 Acoplamiento bio-oceanográfico en la Bahía de La Paz y región sur del Golfo de California (SE01-1 – SE01-7)	SE10 Exploración sísmica petrolera (SE10-1 – SE10-7)	GEOD (GEOD-10 – GEOD-13)
						SE19 Reto en la exploración geofísica dentro de la crisis financiera (SE19-1)	GEOQP (GEOQP-19 – GEOQP-33)
Comida					OCE (OCE-11 – OCE-19)		
Carteles					GP (GP-6 – GP-8)		
PM	SE23 Ruptura de la litósfera continental: desde la dinámica del manto hasta la evolución de cuencas y fluidos (SE23-1 – SE23-5)		GEOD Geodesia (GEOD-5 – GEOD-9)	GEOQP Geoquímica y petrología (GEOQP-13 – GEOQP-18)	SE01 Acoplamiento bio-oceanográfico en la Bahía de La Paz y región sur del Golfo de California (SE01-8 – SE01-13)	SE18 Registros geofísicos de pozo en la exploración petrolera (SE18-1 – SE18-8)	GEOPAL (GEOPAL-10-GEOPAL-20)
							GGA (GGA-9 – GGA-14)
	Visitas guiadas al Buque "El Puma" durante el día Reunión de la Comunidad de Ciencias Marinas Bocadillos					SE15 (SE15-14 – SE15-16)	
						SE07 (SE07-6)	

Miércoles	AM	Conferencia Magistral Prospects for a climate agreement in Copenhagen Diana Liverman				
		GEOPAL Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL-1 – GEOPAL-9)	SE24 Simposio sobre cambio climático (SE24-1 – SE24-17)	SE13 Investigaciones recientes de geofísica y geología en mares mexicanos (SE13-1 – SE13-6)	SE01 Acoplamiento bio-oceanográfico en la Bahía de La Paz y región sur del Golfo de California (SE01-14 – SE01-17)	SE07 Enseñanza en geociencias (SE07-1 – SE07-5)
		GGA Geología y geofísica ambiental (GGA-1 – GGA-8)		GET Geología estructural y tectónica (GET-1 – GET-11)	SE15 Oceanografía física costera (SE15-1 – SE15-13)	Mesa Redonda Enseñanza en geociencias
PM	Comida					
	Conferencia Magistral Los buques oceanográficos de la UNAM y su papel en las investigaciones marinas en México Ingvar Emilsson					
	Asamblea general					

Jueves	AM	Conferencia Magistral A general review of MT studies of continental dynamics Martyn Unsworth				
		SE22 Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE22-1 – SE22-17)	SE24 Simposio sobre cambio climático (SE24-18 – SE24-31)	GET Geología estructural y tectónica (GET-12 – GET-20)	FE Física espacial (FE-1 – FE-10)	EG Exploración geofísica (EG-1 – EG-16)
			CCA Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-1 – CCA-3)	SE08 Estudios magnetotéluricos: estructura cortical, geotermia, geohidrología (SE08-1 – SE08-5)	SE26 Taller de partículas energéticas, eyecciones de masa coronal, ondas de choque ... (SE26-1 – SE26-7)	
	Comida					
	Carteles					
	PM	SE22 Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE22-18 – SE22-25)	CCA Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-4 – CCA-11)		SE26 Taller de partículas energéticas, eyecciones de masa coronal, ondas de choque ... (SE26-8 – SE26-9)	EG Exploración geofísica (EG-17 – EG-24)
				SE25 Taller de observatorios y detectores para la investigación espacial (SE25-1 – SE25-6)		
Conferencia Magistral Clima espacial: impacto en la sociedad y tecnología Eduardo Araujo Pradera						

Viernes	AM	Conferencia Magistral The heliosphere at solar minimum: what are we learning from STEREO? Vourlidas Angelos				
		SE22 Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE22-26 – SE22-38)	CCA Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-12 – CCA-25)	VUL Vulcanología (VUL-1 – VUL-8)	SE25 Taller de observatorios y detectores para la investigación espacial (SE25-7 – SE25-15)	SE12 Instrumentación: señales, imágenes, análisis espectral y nuevas técnicas de procesamiento... (SE12-1 – SE12-9)

Índice General

Editorial	Página i
Estructura de la Reunión	ii
Instituciones Participantes	v
Conferencias Magistrales	xi
Programa General	xiii
Índice General	xv

Sesiones Regulares

CCA: Climatología, cambios climáticos y atmósfera	1
EG: Exploración geofísica	9
FE: Física espacial	19
GEOD: Geodesia	25
GEOH: Geohidrología	29
GP: Geología del petróleo	41
GET: Geología estructural y tectónica	45
GGA: Geología y geofísica ambiental	55
GEOPAL: Geomagnetismo y paleomagnetismo	61
GEOQP: Geoquímica y petrología	67
MIN: Mineralogía	77
OCE: Oceanología	83
PALEO: Paleontología	89
SED: Sedimentología y estratigrafía	93
SIS: Sismología	101
VUL: Vulcanología	115

Sesiones Especiales

SE01: Acoplamiento bio-oceanográfico en la bahía de La Paz y región sur del Golfo de California	121
SE02: Antropoceno: la nueva relación Tierra-Humanidad	127
SE03: Climas y océanos del pasado	133
SE05: El océano como regulador del CO ₂ a nivel global	137
SE07: Enseñanza en geociencias	139
SE08: Estudios magnetotélúricos: estructura cortical, geotermia, geohidrología	143
SE10: Exploración sísmica petrolera	147
SE12: Instrumentación: señales, imágenes, análisis espectral y nuevas técnicas de procesamiento de datos geofísicos, desde cambio climático hasta estudios aeroespaciales	151
SE13: Investigaciones recientes de geofísica y geología en mares mexicanos	155
SE15: Oceanografía física costera	159
SE17: Productividad primaria en los mares mexicanos	163
SE18: Registros geofísicos de pozo en la exploración petrolera	167
SE19: Reto en la exploración geofísica dentro de la crisis financiera	171
SE20: Retos de las revistas científicas en México	173
SE21: Riesgos costeros	177
SE22: Riesgos geológicos e hidrometeorológicos	181
SE23: Ruptura de la litósfera continental: desde la dinámica del manto hasta la evolución de cuencas y flúidos	195
SE24: Simposio sobre cambio climático	199
SE25: Taller de observatorios y detectores para la investigación espacial	211
SE26: Taller de partículas energéticas, eyecciones de masa coronal, ondas de choque interplanetarias y observaciones de radio (tipo II y centelleo interplanetario)	215
Índice de Autores	219



AMPERE - Instrumentación y Telemetría
 Ángel Urraza 1838, Independencia, 03630 México, D.F.
 Tel. +52 (55) 5672 1500 ext 103 01 800 746 6638

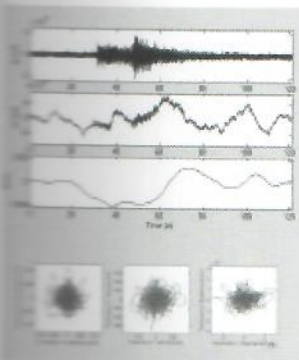
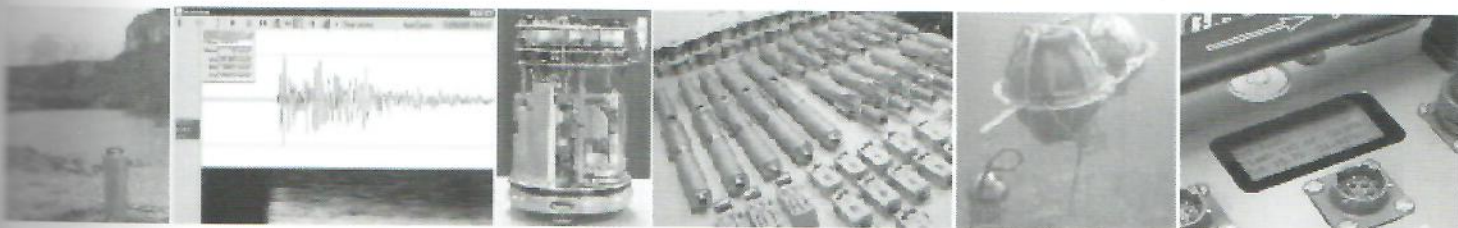
ventas@ampere.com.mx

www.ampere.com.mx

Ampere empresa especializada en proveer soluciones para el monitoreo de aplicaciones científicas con más de 40 años en el medio.



- ♦ Sismómetros de Banda Ancha y Periodo Corto
 - ♦ Acelerómetros triaxiales y uniaxiales
 - ♦ Sensores para mediciones en el fondo marino
 - ♦ Digitalizadores de 24 bits hasta con 12 canales triaxiales
- ♦ Módulos de comunicación para administración y manejo de redes sísmicas vía WEB



Software ART para análisis de datos, entregando parámetros como Aceleración, Velocidad, Desplazamiento, Incorrección, Transformada de Fourier, Intensidad del aire, Densidad de Energía, Espectro de respuesta y aceleración, Aceleración Root Means Square, Velocidad acumulada absoluta, Movimiento de partícula en 2 y 3 dimensiones y Bracketed.

Software SCREAM para configuración y control de sensores, adquisición y transmisión de de datos, recibe datos vía puerto Serie, TCP/IP, UDP/IP. Datos en GCF y conversión en tiempo real a miniSEED, GSE 2.0 sac, P-SEGy SUDS, PEPP o UFF



Radio-Modems para Telemedición y Transmisión de Datos

Bandas libres de licencia de 902 a 928MHz y 2.4GHz
 Hasta 90 km de Alcance en línea de vista
 Velocidades de hasta 867kbps, homologados ante la COFETEL.
 Interfases Serie, Ethernet o Ambas, Analógicas y MODBUS



Inclinómetros Analógicos y Digitales Registradores para aplicaciones en Puentes, Presas, Edificios, Túneles, Estructuras, Volcanes, Agrietamientos





SeraTEM y acemax TSQ3



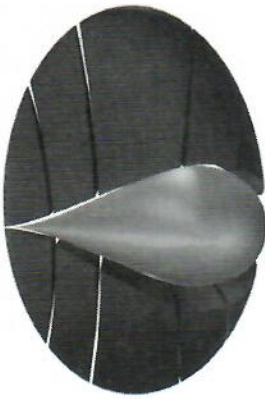
Forma EMI con Transmisión Externa



Equipo MOUNT SOPRIS Multiparametros



GRAVIMETRO GCS-SON-SFS



GEOTEM Ingeniería S.A. de C.V.

CONSULTORES EN EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

GEOFISICA-GEOHIDROLOGIA-GEOTECNIA-MEDIO AMBIENTE

Alheli 112 Depto 4 Col. Ejidos de San Pedro Mártir. 14640

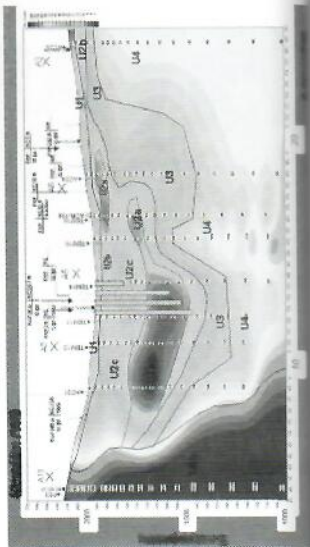
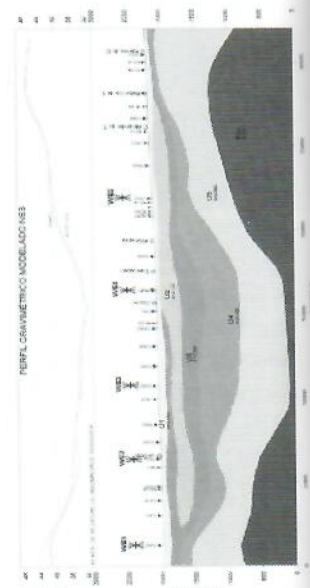
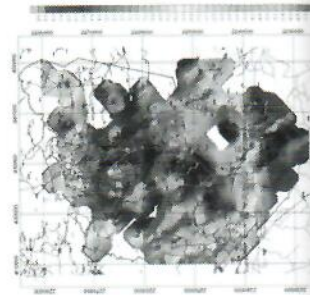
Tels. 5485-6032 y 5485-1437 Fax. 5485-5053 ext 104

E-mail : cpita@geotem.com.mx

www.geotem.com.mx



GRAVIMETRO GCS-SON-SFS





Posgrado MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Geofísica Aplicada

Métodos eléctricos
Métodos potenciales
Exploración sísmica
Métodos electromagnéticos
Geohidrología
Instrumentación geofísica
Teoría de inversión de datos

Geología

Geología estratigráfica
Geología estructural
Micropaleontología
Petrología sedimentaria y ambientes de formación
Geología isotópica
Petrología ígnea y ambientes de formación
Vulcanología física
Percepción remota aplicada a Ciencias de la Tierra

Geociencias Ambientales

Interacciones Biota-Tierra
Oceanografía ambiental
Ecología, conservación y restauración del suelo
Geofísica aplicada
Hidrogeología
Teoría del clima y variabilidad climática
Geohidrología
Hidrogeoquímica

Sismología

Sismología I
Sismología II
Elasticidad y fenómenos ondulatorios
Análisis de series de tiempo
Sismología de movimientos fuertes
Procesamiento de datos y redes sísmicas
Sismotectónica
Microzonación sísmica

Para mayores informes dirigirse a:

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Dirección de Estudios de Posgrado

Apartado Postal 2732 Km 107, Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California C.P. 22860, México

Tel. 01(646)175-0500 Ext. 23001 Fax: 01(646)174-4880

<http://www.cicese.mx>

MAESTRÍA Y DOCTORADO

**en Ciencias en Conservación y
Aprovechamiento de Recursos Naturales**

MAESTRÍA

La Maestría pertenece al Padrón Nacional de Posgrado (PNP) del CONACYT en la categoría de Alto Nivel

Objetivo

Formar personal dedicado a actividades de Investigación y Docencia con conocimientos y habilidades para plantear y resolver problemas relacionados con la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales.

Dirigido a profesionales de:

Ingeniería (Civil, Industrial, Mecánica,
Química, Ambiental)
Carreras Económico-Administrativas
Carreras relacionadas con la Agricultura
Con carreras afines a las Ciencias Naturales
Biólogos, Químico-Biólogo, Ecólogos,
Geógrafos e Ingenieros Forestales

Especialidades de la Maestría:

Administración de los Recursos Naturales
Protección y Producción Vegetal
Biodiversidad del Neotrópico
Ingeniería

Becas:

CONACYT
PIFI-IPN

DOCTORADO

El doctorado pertenece al Padrón Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) del CONACYT en el nivel de "reciente creación"

Áreas afines al Doctorado

Patrones y Procesos de la Biodiversidad del Neotrópico
Control Biológico de Insectos Nocivos
Sistemas de Producción
Ingeniería
Administración de los Recursos Naturales

Entrevistas de admisión: todo el año

Requisitos:

Previo a la entrevista inicial con la Comisión de Admisión, entregar al Departamento de Posgrado la documentación que se indica:

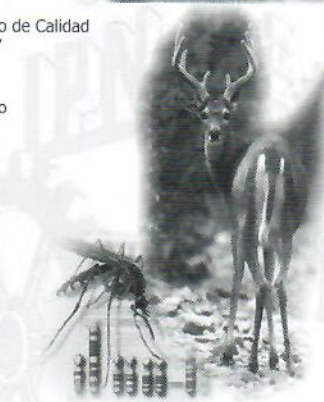
- Carta de exposición de motivos para ingresar al programa.
- Copia del título de licenciatura y maestría
- Copia de cédula profesional de licenciatura y maestría o documentos apostillados para estudios en el extranjero.
- Currículum vitae.

El proceso de selección para el Doctorado puede realizarse en dos modalidades:

- Disertación
- Defensa de un anteproyecto de investigación

En ambas opciones debe presentar los siguientes exámenes:

- *Inglés (auditivo, oral, lectura y escritura)
- *Examen de la especialidad
- *Entrevista con los profesores de la línea de investigación respectiva.



Instituto Politécnico Nacional

"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"

SEP



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

UNAM POSGRADO



Ciencias de la Tierra

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de las entidades antes citadas, ofrece estudios de Maestría y Doctorado en el marco del Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, comprendiendo diferentes campos de conocimiento:

Geofísica de la Tierra Sólida

Geodinámica y Geofísica Marina
Paleomagnetismo
Riesgos por Fenómenos Naturales
Sismología
Vulcanología

Geología

Caracterización de Cuencas Sedimentarias
Ciencias Ambientales
Depósitos Minerales y Sistemas
Hidrotermales
Estratigrafía y Paleontología
Geología Estructural y Tectónica
Geoquímica y Petrología

Aguas Subterráneas, Exploración y Modelación

- Aguas Subterráneas
- Exploración
- Modelación de Sistemas Terrestres
- Percepción Remota

Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias

- Cambio Climático
- Físico Química Atmosférica
- Física de Nubes e Interacción Micro y Mesoescala
- Interacción Océano-Atmósfera
- Meteorología Tropical
- Teoría del Clima
- Ciencias Espaciales
- Ciencias Planetarias
- Procesos Radiacionales y Electromagnéticos en Atmósferas Planetarias

Entidades Académicas Participantes:

Instituto de Geofísica
Instituto de Geología
Instituto de Geografía
Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y en Sistemas
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Centro de Geociencias
Facultad de Ciencias
Facultad de Ingeniería

Dra. Elsa Leticia Flores Márquez

Coordinadora del Programa
leticia@geofisica.unam.mx

Posgrado en Ciencias de la Tierra, 2008
C.P. 04510, Tel: (55) 562-24137 y 24130
México, Distrito Federal

Contacto:

posgradotierra@geofisica.unam.mx
gsolache@geofisica.unam.mx
achaman@geofisica.unam.mx
atencionalpublico@geofisica.unam.mx

Sesión Regular

CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA

Organizadores:

René Garduño López
Víctor Manuel Mendoza Castro

CCA-1

PRESENCIA DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS (CO) EN SEDIMENTOS DE MÉXICO. REVISIÓN

Zarate Del Valle Pedro F., Macías Pérez Martha Patricia y Ríos Donato Nely
Universidad de Guadalajara
 zavp.pvaz@gmail.com

Los contaminantes orgánicos son compuestos tóxicos que pueden ser organoclorados tipo plaguicidas (aldrín, DDT, etc.), bifenilopoliclorados (BPCs), dioxinas-furanos, o bien tipo hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs: naftaleno, fenantreno, antraceno, etc.). Son sustancias de gran toxicidad para los seres vivos y el ambiente por ser: altamente solubles en las grasas y en disolventes orgánicos, semivolátiles, insolubles en el agua, persistentes en el ambiente y bioacumulables. Los vectores que transportan a los OC son los vientos y los ríos que, sin conocer fronteras, transportan los CO hasta su destino: los sedimentos de las cuencas continentales, costeras y marinas tales como: lagunas, lagos alpinos (>2800 msnm), lagos volcánicos, lagos tectónicos, así como las presas. La investigación sobre la presencia de OC en sedimentos es un tema que en México tiene poco desarrollo.

LAGUNAS COSTERAS DEL GOLFO DE MÉXICO (GM). Se ha reportado la presencia de PAHs y de CO en sedimentos de la Bahía de Chetumal (BCh), Quintana Roo, la cual es una zona prioritaria en la conservación y protección del Sistema Barrera Arrecifal de la región, en donde en 1996 ocurrió una mortandad masiva de peces (sp. Mayan catfish). A la fecha las concentraciones de pesticidas y PCBs han fluctuado ubicándose abajo del valor "efecto de bajo rango" (ERL) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) que es de 4.02 µg g-1 en sedimentos marinos. Además de las fuentes nacionales, existen fuentes contaminantes en El Caribe cuyos productos, transportados por el viento, han llegado a BCh. Se sabe que el Istmo de Tehuantepec recibe CO procedentes de los complejos petroquímicos en el GM (p. ej. Pajaritos), Sin embargo esta problemática aún no ha sido evaluada en su totalidad.

LAGOS "ALPINOS" MEXICANOS. Se ha reportado la presencia de DDT en sedimentos de uno de los lagos de "las Lagunas de Zempoala" (> 2,800 m snm), en diversas épocas históricas (cf. profundidades): 1960 (28-32 cm de profundidad) con una concentración de 5.3 mg kg-1; la máxima concentración de DDT se detectó a finales de los 70's principio de los 80's (20-24 cm de profundidad) con una concentración de 13 mg kg-1 siendo la concentración actual, en los niveles someros, de 1.6 mg kg-1.

LAGOS VOLCÁNICOS. El lago-cráter Santa María del Oro (750 m snm) en Nayarit es importante pues en sus sedimentos no se han encontrado CO, por lo que puede decirse que este lago volcánico es un sitio prístino que puede servir de referencia en investigaciones paleoecológicas y ambientales en el occidente de México.

LAGOS TECTÓNICOS. En 1992 en el Lago de Chapala, Jal., (1520 m snm) se reportó en la ribera sur la presencia de plaguicidas. El sector de Mezcala de la Asunción se caracteriza por tener una franja costera de 20 km (E-W) x 800 m (N-S) de zona agrícola cuyas aguas residuales son descargadas directamente en el lago. Las concentraciones de CO en el sedimento costero son: 0.01 mg kg-1 para plaguicidas clorados totales, mientras que para PAHs total son: 2.3 mg kg-1.

CCA-2

APLICACIÓN DE LOS MODELOS MM5 Y MCCM PARA SIMULAR EL TRANSPORTE DE AEROSÓLES EMITIDOS POR QUEMA DE BIOMASA EN EL BOSQUE LA PRIMAVERA, JALISCO

Bautista Vicente Flor Silvestre, Carbajal Pérez Noel y Pineda Martínez Luis Felipe
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
 flor.bautista@ipicyt.edu.mx

Uno de los procesos que contribuyen al cambio climático es la quema de biomasa, es decir, quema de vegetación viva y muerta. Los incendios forestales de origen antropogénico y natural han llegado a convertirse en un factor significativo de quema de biomasa. Los incendios forestales emiten aerosoles atmosféricos y gases de efecto invernadero que alteran el ciclo de los gases geoquímicos y partículas que existen de manera natural en la atmósfera. En México, la emisión de aerosoles y partículas por incendios forestales causa serios problemas de contaminación atmosférica año con año en época de estiaje. Poco se ha estudiado acerca del transporte y dispersión de los contaminantes que son emitidos en zonas con alta recurrencia de incendios forestales. En este trabajo, se presenta un caso de estudio para el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP) en Jalisco México. El APFFLP es una zona con alta incidencia de incendios forestales, donde los contaminantes que se emiten afectan la calidad del aire en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara. Para el cálculo del transporte y dispersión de aerosoles se aplicaron el modelo de mesoescala de quinta generación (MM5) y el Modelo Químico y Climático de Mesoescala (MCCM).

CCA-3

INFLUENCIA DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN LA FORMACIÓN Y DESARROLLO DE NUBES CALIENTES SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO

García García Fernando, Kucieńska Beata y Montero Martínez Guillermo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 fernando.fgg@gmail.com

Se utilizó un modelo de parcela con microfísica detallada para estudiar los efectos de partículas de aerosol de origen antropógeno en la formación y el desarrollo de nubes calientes sobre la Cuenca de México. El ensamble de partículas de aerosol utilizado para las simulaciones consistió de una mezcla extrínseca de compuestos orgánicos e inorgánicos, cuyas composiciones y concentraciones son similares a las observadas en la atmósfera de la Ciudad.

Los resultados de las simulaciones llevadas a cabo indican que la presencia de altas concentraciones de partículas con diámetros menores que 2.5 micrómetros tiene efectos negativos para la formación y el desarrollo de la nube, es decir, tiende a suprimir el desarrollo de la precipitación. Otros resultados también indican que la composición química de las partículas contaminantes puede favorecer el desarrollo o la supresión de la precipitación, dependiendo de cómo afecte la forma del espectro de gotitas de nube resultante: en tanto que una mezcla extrínseca de partículas orgánicas e inorgánicas favorece la formación de espectros bimodales, los ensambles consistentes exclusivamente de partículas inorgánicas producen espectros con una sola moda.

CCA-4

OBSERVACIONES EN TENANGO DEL AIRE DURANTE MILAGRO

Ruiz Suárez Luis Gerardo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 ruizs@unam.mx

Se integran resultados obtenidos durante la campaña MILAGRO en el sitio Tenango del Aire y se discuten sus implicaciones para la calidad del aire regional en el centro de México. En particular se discuten las concentraciones de ozono, la edad fotoquímica de las parcelas de aire observado y la complejidad del transporte de contaminantes sobre el paso Chalco-Amecameca.

CCA-5

EL FACTOR ONDAS DEL ESTE EN EL CLIMA DE MESOAMÉRICA

Caetano Ernesto, Magaña Rueda Víctor y Méndez Pérez Juan Matías
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 caetano@unam.mx

Las ondas del este han sido identificadas desde hace mucho tiempo como factor de gran importancia en el clima de Mesoamérica. Sin embargo, la variabilidad en la actividad de ondas del este como factor modulador del clima ha sido poco explorada. En diversas escalas de tiempo, que van de la intra estacional a la interdecadal, es posible encontrar cómo una temporada de mucha (poca) actividad de ondas del este puede resultar en lluvias por encima (debajo de la media). La actividad de las ondas del este no es sólo función de la temperatura de superficie del mar, sino que depende de la intensidad del flujo medio sobre el Mar Caribe. Una corriente en chorro de niveles bajos en el Caribe inhibe la formación o amplificación de ondas del este que llevan a eventos de precipitación intensa sobre México. Es posible analizar la actividad de ondas del este bajo condiciones Niño o Niña utilizando esquemas de seguimiento de la vorticidad relativa. En el presente trabajo se analizan las relaciones ondas del este, flujo medio y temperatura de superficie del mar y los impactos de esta actividad transiente en el clima de Mesoamérica.

CCA-6

CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS ATMOSFÉRICAS EN MÉXICO

Caetano Ernesto y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 caetano@unam.mx

La estimación del potencial de la contaminación del aire de cuencas atmosféricas y utilizar esta información para el monitoreo de la calidad del aire y futuros desarrollo urbano y industrial es una preocupación de las autoridades y sociedades de forma a mantener las emisiones a niveles que no afectan de modo importante la salud de la población y medio ambiente en general. Con el fin de estimar el potencial de la contaminación del aire de las cuencas atmosféricas, es importante para determinar la distribución espacial y temporal del transporte de plumas de contaminantes para determinar las zonas riesgo a altas concentración de contaminantes. En muchos casos, particularmente en el caso de los contaminantes secundarios que se forman lejos de la fuente.

Una metodología es presentada que se basa en determinar la frecuencia de las trayectorias de los contaminantes que cruzan áreas de influencias que por su vez caracterizan la cuenca atmosférica que toma en criterios y compromisos transfronterizos. La propuesta metodológica considera factores meteorológicos y topográficos pero basándose en la dinámica de un flujo tridimensional en la capa límite, donde se considera la circulación atmosférica tridimensional y que queden insertos en la definición de cuenca factores relacionados con el ciclo diurno y con eventos meteorológicos extremos.

Así, el esquema de definición de cuenca contempla:

- El uso de trayectorias hacia adelante (forward) de parcelas atmosféricas cerca de la superficie en zonas urbanas que cruzan fronteras que se extienden radialmente
- Que las parcelas muestra para dispersarse son arregladas simétricamente en una malla a distancias de 5km de separación que parten de un nivel cercano a la superficie, y están distribuidas en la zona de emisiones
- Que la integración de las trayectorias se haga por 24 horas, plazo en el que se cumple el ciclo diurno y de actividad de la ciudad

La dispersión entre trayectorias define el grado de concentración de elementos traza después de cierto tiempo y su preferencia a concentrarse en determinadas regiones alrededor de su centro de emisión. El principio básico de la definición de cuencas consiste así, en encontrar las direcciones preferenciales de las trayectorias dentro de los primeros mil metros sobre la superficie (aproximación de capa límite). La densidad de trayectorias que pasen a través de una frontera permitirá definir el flujo de parcelas de aire que afectan una región determinada. Las cuencas analizadas se tomó como requisito principal las ciudades mexicanas con redes de monitoreo y/o con problemas de calidad del aire tal como la Zona Metropolitana del Valle de México, Toluca, Monterrey, Guadalajara, Tijuana, Mexicali, Ciudad Juárez, Puebla y Salamanca.

Los resultados muestran que el requisito básico para evaluar la calidad del aire en una región o cuenca atmosférica es contar con un sistema moderno y confiable de monitoreo atmosférico construido con consideraciones de cuenca atmosférica. La definición de cuencas atmosféricas basada en análisis de trayectorias permite revisar la ubicación de las estaciones de monitoreo y generar información para gestión de la calidad del aire.

CCA-7

UNA CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES ATMOSFÉRICAS DE SUPERFICIE EN MANZANILLO, COLIMA

Gaviño Rodríguez Juan¹, Galicia Pérez Marco Antonio¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Obeso Nieblas Maclovio³, Torres Orozco Ernesto² y García Rogelio Gerardo⁴

¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

²Facultad de Ciencias Marinas, UCOL

³Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz

⁴Oceanografía-GEIC, CFE

jjgavinho@gmail.com

Utilizando 1 año de mediciones horarias de temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica y velocidad del viento se realizó un análisis de componentes principales de los parámetros, tanto de manera aislada como conjunta, con el fin de conocer los modos principales, la variabilidad temporal que explican los vectores propios más significativos y el grado de interdependencia entre los parámetros. Se utilizaron dos tipos de filtros, uno removiendo el promedio total o los promedios para hora del día o mes y otro removiendo la componente anual, semianual y los periodos (1,1/2,1/3,1/4,1/5,1/6) de día, en base a un análisis armónico de la serie de datos. En el caso del análisis aislado de cada parámetro, se encontró que los primeras 3 componentes explican el 95% de la varianza. En el análisis en conjunto, se encuentra que temperatura y humedad relativa están correlacionadas, no así la presión atmosférica y la velocidad del viento.

CCA-8

RECURRENCIA Y CICLOS TÉRMICOS DE LAS HELADAS METEOROLÓGICAS EN VERACRUZ

Contreras Hernández Ana Delia y Álvarez Gasca Oscar
Licenciatura de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
anadeliacontreras@hotmail.com

Se explora el ciclo de modulación de las heladas meteorológicas en las tierras altas de Veracruz (México) desde un enfoque estadístico. Esto en conexión con la recurrencia de anomalías de radiación emergente de onda larga y de ciclos anómalos de la TSO en la región occidental del Golfo de México. Partiendo de datos históricos de temperatura mínima de catorce estaciones climatológicas, se construye una climatología diaria de heladas meteorológicas. Durante varios años de "La Niña" se observa una leve anomalía positiva del número de días con helada, mientras que en "El Niño" la anomalía negativa prevalece en la zona montañosa central. El Periodo Libre de Heladas (PLH) parece estar correlacionado con el signo de la anomalía de la TSO. El sistema montañoso del centro-sur veracruzano no se correlaciona con este tipo de marcha, ya que las anomalías medias anuales de las heladas son concurrentes en condiciones de transición de las fases del ENOS.

CCA-9

DIAGNÓSTICO DEL EVENTO HIDROMETEOROLÓGICO 4-6 DE OCTUBRE DE 1999 EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Comi González Boris Vladimir y Caetano Ernesto
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
glez_b@yahoo.com.mx

El propósito de esta investigación fue analizar las condiciones sinópticas y de mesoescala que dieron lugar a la ocurrencia del evento extremo de lluvia en el estado de Veracruz a principios de octubre de 1999. La relación entre los procesos de precipitación intensa y la circulación atmosférica a diversas escalas tal como: onda tropical, depresión tropical, frente frío y transporte de vapor de agua, fueron investigados para entender los mecanismos de esta peculiar interacción.

Según los reportes oficiales emitidos por el National Hurricane Center los Estados Unidos (NHC) y de acuerdo al diagnóstico realizado mediante el paquete gráfico Grid Analysis and Display System (GRADS), el evento hidrometeorológico tuvo su origen en la Onda Tropical 35. Un pequeño desarrollo favoreció a la onda y el sistema atravesó la Península de Yucatán hacia el Golfo de México, que aunado a una baja presión localizada en la Bahía de Campeche, favorecieron un flujo de humedad hacia la Vertiente Oriental. Estos mecanismos se intensificaron y dieron lugar a la formación de la Depresión Tropical 11, que para el 4 de octubre interactúa con el Frente Frío 5 al norte del estado de Veracruz y aunado al factor orográfico, produjeron lluvias torrenciales en esta región de la entidad veracruzana.

Para identificar la estructura de los sistemas atmosféricos a escala sinóptica, se utilizaron mapas del tiempo en superficie y el campo de líneas de corriente del viento en 850, 700, 500 y 250 mb. El análisis de mesoescala se llevó a cabo usando imágenes de satélite infrarroja e imágenes de radar para identificar los sistemas convectivos, además se analizaron variables tales como la velocidad vertical y la humedad específica. También se hizo un análisis del Vector Q, el cual nos da una idea de las regiones de convergencia e inestabilidad de la atmósfera, ingredientes importantes para el desarrollo de movimientos verticales.

CCA-10

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DINÁMICOS QUE MODULAN LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN MÉXICO

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
matias@atmosfera.unam.mx

En un trabajo previo se ha encontrado que las sequías prolongadas en el norte de México coinciden con condiciones anómalamente húmedas sobre Mesoamérica (i.e. sur de México y Centroamérica), y viceversa, desplegando un característico dipolo norte-sur en anomalías de precipitación, y que dicho patrón es modulado por los océanos Atlántico y Pacífico.

En este trabajo se analizan los cambios en el flujo medio y las fases de la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO, por sus siglas en inglés) asociados con variaciones del flujo de humedad que resultan en sequías severas en el norte de México. La fase positiva de AMO está relacionada con un flujo de humedad más débil de lo normal resultando en sequía severa en el norte de México. Se ha encontrado que la sequía en el norte de México también está relacionada a cambios en la actividad transiente en el mar Caribe a través de la actividad de ondas del este. Adicionalmente, se ha identificado a la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) como otro modulador de la sequía en el norte de México. Durante la fase negativa de PDO, el Jet de Bajos Niveles del Caribe (CLLJ, por sus siglas en inglés) se debilita y la actividad de ondas del este se incrementa, transportando mayor convección tropical sobre Mesoamérica y menos flujo de humedad en el norte de México, resultando sequía en el norte y más lluvias en el sur. Por otro lado, cuando la actividad de ondas del este es débil sobre los Mares Intra-Americanos (i.e. Golfo de México y el mar Caribe), debido a un CLLJ más intenso de lo normal, resulta en un incremento de lluvias en el norte de México y menos lluvias en el sur. Por lo anterior, la interacción entre las ondas del este y los vientos alisios sobre los Mares Intra-Americanos parece ser crucial para explicar los patrones espaciales de sequía que han afectado a México.

CCA-11

CARACTERIZACIÓN DE PERFILES VERTICALES DE HIDROMETEOROS EN TORMENTAS SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO

Montero Martínez Guillermo, Zarraluqui Such Víctor C., Caetano Ernesto y García García Fernando
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ggmontero@gmail.com

Las propiedades de las nubes y de los hidrometeoros son factores importantes en los modelos climáticos y meteorológicos. Por otro lado, muchos de los procesos que dan origen a la formación de partículas de precipitación en las nubes son a la fecha materia de debate entre los científicos y los datos que pueden ayudar en el estudio de estos problemas son escasos, especialmente en regiones tropicales.

En este trabajo se presenta un estudio de estimaciones de parámetros de nubes y precipitación generadas por algoritmos del satélite TRMM en el interior de tormentas sobre el área metropolitana de la Ciudad de México durante el período 2000-2005. La comparación entre los perfiles verticales de concentración de diferentes hidrometeoros y de las características de las tormentas obtenidos del TRMM, de sondeos atmosféricos y de datos del re-análisis NARR muestra concordancia para las estimaciones de altura de base de las nubes y de la isoterma de 0° C. Esto permite abrir una nueva base de datos para obtener parámetros atmosféricos en regiones tropicales, especialmente dentro del territorio nacional, donde se cuenta con poca información de radiosondeos.

El análisis de los perfiles verticales confirma que las características geográficas y meteorológicas del área de estudio permiten el desarrollo de nubes con regiones en las que coexisten simultáneamente hidrometeoros líquidos y sólidos. Uno de los resultados más interesantes de este estudio es la posibilidad de explicar la variación estacional de la ocurrencia de eventos de precipitación con hielo sobre la Cuenca de México.

CCA-12

HURACANES Y LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA

Hernández Rosales Arturo, Sanson Reyes Leodegario,
Vázquez Vargas Samuel y Salazar Peña Leobardo
Instituto Politécnico Nacional
ahernandezr0100@ipn.mx

Esta presentación tiene la finalidad de exponer a la sociedad la ciencia de los huracanes y de la atmósfera. El tema es de mucho interés ya que los ciclones tropicales son fenómenos que han afectado a nuestro país y son bien conocidos por la población. La intensidad de estos fenómenos ha ido aumentando en los últimos 50 años por lo que es importante, llevar a cabo una divulgación social como un fenómeno natural.

Los sustentos de la presentación son, por un lado, las simulaciones computacionales de fenómenos atmosféricos, por otro, se cuenta con imágenes y videos proporcionados por la Organización (OMAC).

Para el caso de las simulaciones numéricas, se toma en consideración primero los fundamentos del fenómeno. Después, utilizando una programación científica o algún software como MatLab y Fortran, se llevan a cabo los cálculos asociados con el fenómeno. Cada cálculo lleva consigo una imagen y si se realiza consecutivamente las simulaciones en espacio-tiempo, entonces estas pueden ser conjuntadas para formar la simulación computacional.

CCA-13

FLUCTUACIONES Y TENDENCIAS ESTADÍSTICAS DEL TORNADO EN LA ESCALA GLOBAL

Álvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Licenciatura de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
oalvarez13@gmail.com

Los sistemas de observación del tornado en la escala global, indican un incremento neto en el número de alertas en las últimas dos décadas. Este trabajo aborda el problema fundamental de la representatividad física de la información meteorológica de los tornados, por lo que desarrolla una metodología numérica de filtrado de datos, conocida como AFLT (Análisis de Fluctuaciones Libres de Tendencias). El algoritmo AFLT tiene su fundamento en la teoría de series no-lineales y leyes de potencias. El efecto esperado es la remoción de los principales sesgos en las series de tiempo. Los datos de alertas de tornado que fueron procesados provienen de Europa y Norteamérica. Se encuentra que los tornados F0, F1 y F3 se correlacionan positivamente con un incremento (aunque mucho menor al reportado), mientras que tornados F2, F4 y F5 no parecen incrementarse. Posibles explicaciones de tal asimetría son sometidas a escrutinio. Esto sobre las bases de factores "externos" y del posible impacto del cambio climático global en la tornadogénesis.

CCA-14

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL MAR QUE PROPICIO EL CICLÓN TROPICAL "MARCO" DURANTE LA TRAYECTORIA QUE SIGUIÓ POR EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO EN EL 2008

Gómez Ramírez Mario^{1y2} y Álvarez Román Karina Eileen³

¹Licenciatura de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

²Licenciatura de Geografía, Facultad de Economía, Universidad Veracruzana

³Posgrado de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
geomex2@ymail.com

Los ciclones tropicales son fenómenos que tienen su origen en el entorno marino y que interactúan con la capa atmosférica. Uno de los requerimientos básicos para su formación, es la temperatura del agua marina superficial (TSM), que reúna al menos los 27 °C.

La Sonda de Campeche localizada en el sur del Golfo de México, por lo regular, durante cada temporada de ciclones tropicales que abarca del 1° de junio al 30 de noviembre llega a registrar temperaturas cálidas suficientes, para generarse este tipo de sistemas, condición que favorece para considerarse como una zona ciclogénica y durante la parte fría, la invasión de masas de aire frío polar propician una disminución de la temperatura en sus aguas.

El ciclón tropical "Marco" se formó como depresión tropical No. 13 de la temporada en la vertiente del Océano Atlántico alrededor de las 00Z del 6 de octubre de 2008, cuando el sistema se localizó en 18.5° de latitud norte y 91.7° de longitud oeste con vientos máximos sostenidos de 46 km/h y una presión central mínima de 1006 milibares sobre la laguna de Términos, Camp., en el Golfo de México. En este sitio se registró una TSM de 29 °C y una ATSM de + 1 °C. Continúa su trayectoria por el sur de la cuenca del Golfo de México y avanzó sobre aguas cálidas de 28 °C, encontrándose extendida una anomalía positiva de + 1 °C, cabe señalar que buena parte de la costa veracruzana mantenía 29 °C. En el transcurso de la tarde, al localizarse a 155 km al noreste del Puerto de Veracruz en las coordenadas geográficas de 19.5° de latitud norte y 94.7° de longitud oeste evolucionó a la tormenta tropical "Marco" con vientos máximos sostenidos de 100 km/h, rachas de 120 km/h y una presión central mínima de 998 milibares, comportamiento que continuó durante el transcurso de la noche al desplazarse por el nor-noroeste, así como en las primeras horas del día 7 hasta que impactó sobre la costa veracruzana a las 15Z en 19.9° de latitud norte y 96.6° de longitud oeste, reflejándose una disminución en la TSM a 28 °C en buena parte del litoral del estado de Veracruz y 27 °C en el de Tabasco. Además, dejó una estela de anomalía negativa de - 1 °C que abarcó hasta el Puerto de Veracruz dos días después de tocar la parte continental.

La variación de la TSM producto de las trayectorias que siguen los ciclones tropicales, es muy importante en la dinámica del medio marino y sobre todo los efectos que pueda tener en los factores bióticos y abióticos. En este caso, el seguimiento se llevó a cabo, a través del análisis e interpretación de imágenes de satélite de la Subdirección del Centro de Modelamiento Ambiental, de la Administración Nacional del Océano y Atmósfera, (NOAA).

CCA-15

PRECIPITACIÓN MEDIA DEPENDIENTE DEL TIEMPO EN TRES HURACANES SOBRE BAJA CALIFORNIA, USANDO LA GEOMETRÍA DIFERENCIAL DE SU TRAYECTORIA

Álvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Universidad Veracruzana
oalvarez13@gmail.com

Este trabajo explora un nuevo método de construcción de climatologías dependientes del tiempo para la lluvia de ciclones tropicales. Los promedios de precipitación acumulada diaria se obtienen con el sistema de referencia del aparato de Frenet, asociado a la trayectoria del ciclón tropical. Los cálculos numéricos de precipitación realizados para los huracanes Ignacio, Marty y Juliette, arrojan resultados satisfactorios para un amplio rango de la cobertura direccional de las trayectorias. Las componentes de la lluvia en la dirección de la trayectoria (along-track) y normal a la trayectoria (cross-track) resultan asociados con un forzamiento sinóptico. El método permite explorar la variabilidad regional de los gradientes de precipitación. Finalmente, se muestra el potencial predictivo del método en el rango de 72 horas.

CCA-16

MONITOREO CLIMÁTICO CON EL SISTEMA HT02 PARA LA LAGUNA "EL LLANO" EN LA ZONA COSTERA CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Santiago Hernández Josué, Vázquez García Carlos Fernando, Pretelín Canela Jacinto Enrique,
Gasca Herrera Ángel Eduardo, García Leyton Luis Alberto y Hernández Morales Víctor
Universidad Veracruzana
joshua_8727@hotmail.com

En este artículo presentamos una parte del instrumental que se está diseñando y aplicando para apoyar el estudio de una de las problemáticas que presenta actualmente la laguna el Llano. Cabe mencionar que la laguna presenta una alta salinidad y en años anteriores permanecía abierta al mar entre 8 y 10 meses al año; se realizaban actividades de pesca, funcionaba como atractivo turístico, además de ser uno de los sitios de estancia de las aves migratorias al hacer su recorrido en la época de otoño desde Canadá y Estados Unidos de Norteamérica hacia América Central y Sudamérica. Actualmente se encuentra azolvada debido a diferentes factores antropocéntricos (causados por la mano del hombre) y naturales, principalmente por el gasoducto Cactus Reynosa de PEMEX que cruza por la boca desde los 80's y por el Huracán Gilberto que modificó la entrada del canal de agua al mar. En relación a esta problemática se han planteado diversos proyectos de rescate al ecosistema, entre ellos, se sustenta un proyecto integral de un grupo de académicos de la Facultad de Ingeniería Química, Ambiental e Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana, que incluyen actividades de investigación dirigidas a diagnosticar y evaluar las causas de los impactos ambientales mediante el diseño e implementación del instrumental de campo a bajo costo, capaz de medir la temperatura y humedad relativa que hay en el

ambiente. Esto en virtud de que la tecnología que se podría aplicar a la solución de este problema es demasiado cara y sobre todo los proveedores de la misma son los propietarios de todo el conjunto de herramientas que se adquieren en la compra del hardware, software, sensores, y comunicación, por lo cual la hacen una arquitectura cerrada en el momento de aplicar las prestaciones o aplicaciones, como adquirir distintos tipos de datos de los instrumentos. Otro de los objetivos que se tiene en este proyecto es rehabilitar las condiciones naturales de la laguna el Llano, para conseguir un sistema ecológicamente estable y socio económicamente sustentable, que ayude a mejorar la calidad ambiental y económica de los habitantes de la zona.

Para el monitoreo de la humedad relativa y la temperatura, vamos a utilizar el sensor HHT02D, el cual cuenta con diversas ventajas: la salida del sensor tiene valores digitales; no cuenta con mucho margen de error al momento de obtener las lecturas de la temperatura y de la humedad; tiene estabilidad a largo plazo; tiene un bajo consumo de energía lo cual lo hace idóneo para aplicaciones de campo in site.

CCA-17

TEMPERATURA MÁXIMA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN MÉXICO: ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y CAMBIOS ABRUPTOS (1940- 2006)

Bravo Cabrera José Luis, Azpra Romero Enrique y Zarraluqui Such Víctor C.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jlbravo@atmosfera.unam.mx

Se analiza la temperatura máxima medida de las aproximadamente 6000 estaciones climatológicas de la base de datos CLICOM actualizada hasta 2006. Se han escogido de cada estado las estaciones con la mayor cantidad de datos (al menos 40 años completos) y mediante métodos gráficos se analiza la calidad de los datos. Se detectan algunas inconsistencias evidentes en las observaciones, se escogen las estaciones que no muestran este tipo de problemas y con ellas se realizó el análisis. Se obtienen los promedios mensuales y empleando su representación gráfica las estaciones se clasificaron en tres tipos de comportamientos. El primero muestra disminución de la temperatura máxima desde 1940 y un cambio abrupto a partir de 1980 con tendencia al incremento. El segundo muestra tendencia a disminuir y a mantenerse constante a partir de 1980 y el tercero muestra tendencia a aumentar desde 1940. La mayoría de las estaciones analizadas se encuentran en el primer grupo, es decir, en la mayoría de las estaciones analizadas muestran tendencia al aumento en la temperatura a partir de 1980. Mediante el empleo de las anomalías de la temperatura con respecto a los promedios del periodo analizado se puede notar un cambio abrupto en el comportamiento de la temperatura en el año de 1980. Este comportamiento parece coincidir con un cambio abrupto en el Índice Multivariado de "El Niño", ENOS (por su siglas en inglés) y posiblemente con un cambio en La Oscilación Decadal del Pacífico, PDO (por sus siglas en inglés) lo que plantea una posible relación entre el calentamiento en la República Mexicana y comportamiento del clima global.

CCA-18

DESAGREGANDO LOS COMPONENTES ESTACIONALES CON BASE EN LA CLIMATOLOGÍA DE LLUVIA DIARIA EN MÉXICO

Brito Castillo Luis
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
lbrito04@cibnor.mx

El acceso a la información climatológica diaria a través de medios digitales otorga la oportunidad de analizar con detalle algunos patrones estacionales que son característicos de las lluvias en México. La distinción de estos patrones es posible cuando se simula la progresión de las lluvias en mapas compuestos, día por día, durante los 365 días que componen el año. Cada mapa muestra los contornos de lluvia (en mm), en un día en particular, obtenido como el promedio histórico de los datos de lluvia para ese día y de cada estación climatológica considerada en el análisis. Así, por ejemplo, el mapa del 01 de enero, muestra los contornos de lluvia, que se obtienen después de promediar todos los 01 de enero de todos los años en los que hay dato para cada estación, denominado climatología diaria del 01 de enero, etc. En el análisis solo se consideran las estaciones con >20 años de datos entre 1948 y 2002. Limitar el análisis a estaciones con 30 o más años, tiene la desventaja de descartar un mayor número de estaciones imposibilitando la identificación de tormentas locales recurrentes. De este modo, es posible distinguir tres periodos estacionales que caracterizan el comportamiento anual de la climatología de lluvia diaria en México: (1) del 28 de marzo al 30 de abril; (2) del 01 de mayo al 05 de noviembre y (3) del 06 de noviembre al 27 de marzo. En el primer periodo, las lluvias en México se concentran principalmente en la vertiente del Golfo de México influenciadas por la ocurrencia de frentes extratropicales desde el norte, en el resto del país es la estación seca del año; el segundo periodo muestra la progresión de las lluvias desde el sureste de México hacia el noroeste y su posterior contracción hacia el sur y occidente, desplazamiento que es originado por la circulación monzónica, la ocurrencia de tormentas tropicales y otros fenómenos de origen tropical como los sistemas convectivos de mesoscala, es la estación lluviosa de verano. Finalmente, el último periodo se distingue por la ocurrencia de lluvias invernales producidas por frentes extratropicales que afectan tanto el extremo nororiental de Baja California y porciones de la vertiente continental del Golfo de California y la vertiente del Golfo de México. En la simulación, es posible también distinguir algunas áreas sobre las vertientes interiores que reciben poca lluvia durante el año otorgando

su característica de aridez. Los resultados de esta investigación otorgan bastante información general que permite entender la existencia de fenómenos locales y regionales en México a lo largo del año.

CCA-19

POINCARÉ-ANDRONOV-HOPF BIFURCATION AND STRUCTURAL STABILITY OF SPIRAL VORTEX SYSTEMS

Skiba Yuri
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
skiba@servidor.unam.mx

The Oscillatory Bifurcation Theorem has a slightly curious history (Marsden and McCracken, 1976). The merit of opening of bifurcation of birth of a limit cycle from the focus (equilibrium state with purely imaginary characteristic roots) at the change of a system parameter and finding out connection of this bifurcation with the Liapunov exponents belongs to Andronov (1931). And although the bifurcation is named after Hopf (1942), who gave the first proof in the n -dimensional space, but the strict mathematical proof in two-dimensional space was already given in Andronov et al. (1937) using techniques due to Poincaré and Bendixson. Indeed, Poincaré (1892) makes it clear that he was aware of the result, but finds it too trivial to bother to write down! Therefore some authors refer to the theorem as the Poincaré-Andronov-Hopf bifurcation.

In this work, the examples of some spiral structures are considered (spiral galaxies, cyclones, hurricanes, tornados, sinks (discharges) of water in baths, etc.). For example, it is well known that a linear potential vortex is unstable, and a potential spiral motion is structurally stable. The structural stability of many spiral vortex systems can be explained by the Hopf bifurcation theorem. In particular, it is shown that the vertical coordinate can be taken as a bifurcation parameter in the supercritical and subcritical Hopf bifurcations in order to construct a very simple model of hurricane.

References:

1. H. Poincaré (1892). Les methodes nouvelles de la mécanique celeste, Vol.1, Gauthier-Villars, Paris.
2. A.A. Andronov, A.A. Witt and S.E. Khaikin (1937). Theory of oscillators. M. (in Russian).
3. E. Hopf (1942). Abzweigung einer periodischen losung von einer stationären losung eines differential systems, Ber. Math. - Phys.. Sachsische Academie der Wissenschaften Leipzig, 94, 1-22.
4. J.E. Marsden and M.McCracken (1976). The Hopf bifurcation and its applications. Springer-Verlag, N.Y.

CCA-20

EFFICIENT SPLITTING-BASED METHOD FOR SOLVING DIFFUSION EQUATION ON A SPHERE

Skiba Yuri¹ y Filatov Denis²
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
²Centro de Investigación en Computación, IPN
skiba@servidor.unam.mx

A novel approach to the numerical solution of the diffusion problem on a sphere is suggested. Using operator splitting, we develop a new method that allows constructing finite difference schemes of the second and fourth approximation orders in the spatial variables. The main idea is the use of the coordinate splitting of the original equation and the subsequent construction of one-dimensional balanced schemes. The splitting is accompanied with the Crank-Nicolson approximation in time. Although the sphere is not a doubly periodic manifold, the approach allows us to employ two different coordinate maps for covering the sphere and thus to use periodic boundary conditions for solving the split one-dimensional problems in both directions. This permits to avoid such undesired question as imposing adequate boundary conditions at the poles, and increase the spatial accuracy by using a fourth-order finite difference scheme. Both schemes properly simulate the balance of mass and the dissipation of solution in the L_2 -norm in the absence of external forcing. The schemes are computationally inexpensive and can be solved by direct band linear solvers. Numerical experiments and the comparison of numerical and analytical results have demonstrated that the approach allows adequate simulating diffusion processes all over the sphere with both constant and variable diffusion coefficients.

References:

1. Skiba Yu.N. and D.M. Filatov (2007). On splitting-based mass and total energy conserving arbitrary order shallow-water schemes. Numerical Methods for Partial Differential Equations, 23 (3), 534-552.
2. Skiba Yu.N. and D.M. Filatov (2008). Conservative Arbitrary Order Finite Difference Schemes for Shallow-Water Flows. Journal of Computational and Applied Mathematics, 218 (2), 579-591.

3. Skiba Yu.N. and D.M. Filatov (2009). Simulation of Soliton-like Waves Generated by Topography with Conservative Fully Discrete Shallow-Water Arbitrary-Order Schemes. *International Journal of Numerical Methods for Heat and Fluid Flow* (in press).

4. Skiba Yu.N. and D.M. Filatov (2009). On an Efficient Splitting-Based Method for Solving the Diffusion Equation on a Sphere. *Numerical Methods for Partial Differential Equations* (in process of reviewing).

CCA-21

A CONSERVATIVE MODEL FOR THE SIMULATION OF SHALLOW-WATER FLOWS IN A BOUNDED BASIN

Filatov Denis¹ y Skiba Yuri²

¹Centro de Investigación en Computación, IPN

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

denisfilatov@gmail.com

A new numerical model for the simulation of shallow-water flows in a bounded basin is suggested. The model is partially based on our previously developed shallow-water model for doubly periodic manifolds [1, 2]. The suggested model employs the technique of operator splitting, is mass- and energy-conserving, and produces fully discrete finite difference schemes whose numerical implementation reduces to the solution of band diagonal dominant matrices [3]. The obtained finite difference schemes are tested on model examples simulating shallow-water flows in a bounded basin with topography. The time-space structure of the solution is studied, as well as the temporary behaviour of the potential enstrophy as an important integral characteristic of the developed schemes' skill is examined.

REFERENCES

1. YU.N. SKIBA, Finite-Difference Mass and Total Energy Conserving Schemes for Shallow-Water Equations, *Russ. Meteor. Hydr.*, 2 (1995) 35-43.
2. YU.N. SKIBA AND D.M. FILATOV, On Splitting-Based Mass and Total Energy Conserving Arbitrary Order Shallow-Water Schemes, *Numer. Meth. PDEs*, 23 (2007) 534-552.
3. YU.N. SKIBA AND D.M. FILATOV, Mass and Energy Conserving Fully Discrete Schemes for the Shallow-Water Equations, in: G. Spadoni (ed.), *Energy Conservation: New Research*, Nova Science Publishers, USA, in print.

CCA-22

SIMULACION DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL HEMISFERIO NORTE DE 1610 A 1985 USANDO EL MODELO TERMODINAMICO

Garduño René¹, Mendoza Castro Víctor Manuel¹, Mendoza Blanca² y Adem Julián¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

rene@atmosfera.unam.mx

La pequeña Era Glacial va de 1300 a 1900; en su segunda mitad hay dos mínimos de irradiancia solar (IS): el de Maunder y el de Dalton (IS): el de Maunder y el de Dalton, en los que se registraron anomalías de temperatura superficial (TS) en la Tierra de hasta -0.7° C.

El Modelo Termodinámico del Clima (MTC) se corrió año por año desde 1610 hasta 1985 para simular la TS en el hemisferio norte, incluyendo como forzamiento externos el CO₂ atmosférico, la IS y la cubierta de nubes bajas (NB). En las corridas, tanto los forzamientos de entrada como los resultados de salida son las anomalías (#) de las variables físicas respecto de su normales del periodo 1961-90, que es el considerado como referencia por el IPCC.

En experimentos numéricos previos ya habíamos incluido #CO₂ y #IS; ésta es un efecto directo de la actividad solar (AS), ahora incluimos un efecto indirecto suyo. Se trata de que el flujo de rayos cósmicos galácticos (RCG) induce (por ionización en la troposfera la formación de NB; pero el flujo de RCG varía inversamente con la AS; por lo tanto hay una relación inversa entre #AS y #NB, que constituye un retroalimentador positivo en el clima.

Los resultados del MTC se corresponden bien con las reconstrucciones de #TS hechas por otros autores.

CCA-23

ANÁLISIS DE MECANISMOS CICLOGENÉTICOS EN EL ATLÁNTICO NORTE TROPICAL EN UNA SIMULACIÓN CON EL MODELO REGCM3

Cruz Pastrana Daniela y Caetano Ernesto

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

daniela@atmosfera.unam.mx

Debido a la importancia de la dinámica de la actividad ciclónica en el Atlántico Norte Tropical, que modula las lluvias de verano y por tanto el clima de México,

se propone analizar y evaluar la habilidad del modelo RegCM3 para la modelación decadal de los mecanismos ciclogénéticos en la cuenca de interés.

El RegCM3 es un modelo de ecuaciones primitivas, compresible, hidrostático y que se resuelve en coordenadas verticales sigma. Para este trabajo los flujos turbulentos superficiales sobre el océano fueron parametrizados utilizando el esquema Zeng y se utilizó el esquema convectivo de Grell con cerramiento de Fritsch-Chappell.

Un análisis preliminar mostró que el modelo tiene una deficiencia en la generación de vórtices ciclónicos en regiones climatológicamente propicias para la ocurrencia de ciclones tropicales. En este trabajo se presenta un diagnóstico de los posibles procesos propuestos por Webster 2007, basados en el análisis de ondas inmersas en un flujo que varía zonalmente. Resultados indican que los datos de reanálisis de NCEP-NCAR utilizados como condiciones iniciales y de frontera son deficientes al proveer transporte de momento y por consiguiente generar regiones de deformación negativa en el flujo zonal medio y más energéticas de acuerdo con la teoría de ondas para la formación de ciclones.

CCA-24

MODELOS RUDIMENTARIOS DE TEORÍA DEL CLIMA. UN TRIBUTO A JULIÁN ÁDEM

Pérez García Ismael, Aguilar Sierra Alejandro y Zintzún López Jorge

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

ismael@servidor.unam.mx

Julián Ádem tiene un significativo y decisivo impacto en el desarrollo de la teoría del clima. Su obra más relevante es el modelo termodinámico del clima (MTC). Es el propósito de esta ponencia celebrar su trabajo, se discute las complejidades matemáticas de los casos más simple de este modelo al compararlo con los modelos de Budyko, Seller o los CGM. Se usan los cálculos más recientes de los elementos orbitales que determinan la insolación sobre la tierra aptos par estudios paleoclimáticos.

CCA-25

ESTUDIO DE LA DINAMICA DE FLUJOS BAROTROPICOS CON ONDAS ROSSBY

Hernández Rosales Arturo y Vázquez Vargas Samuel

Instituto Politécnico Nacional

ahernandezr0100@ipn.mx

Es sabido que el estudio de la dinámica atmosférica a gran escala se puede estudiar mediante el análisis de las ondas de Rossby barotrópicas; tales ondas representan una de las características importantes del campo meteorológico. Sus propiedades de estabilidad son de gran interés para estudiar la variabilidad climática, variaciones regionales de temperatura, flujo de vientos, transporte de contaminantes y del arrastre de flujos en los sistemas atmosféricos. La configuración depende de algunos factores, tales como: rotación, configuración de la superficie terrestre y de las propiedades fisicoquímicas del aire. Su circulación constituye un continuo transporte de energía que permite mantener el equilibrio calorífico del planeta, pasando de un proceso inicial térmico a una serie de procesos dinámicos en los que la atmósfera transporta energía por movimientos del aire ya sea vertical u horizontal (meridionales o zonales). Las características observables de estas ondas de gran escala del flujo atmosférico se les conocen como ondas planetarias, aparecen debido a la variación del parámetro de Coriolis con la latitud. El tipo de solución es la que se obtiene de una atmósfera con densidad constante bajo la hipótesis de que el flujo zonal es uniforme y sin movimiento vertical. Para nuestro experimento numérico del análisis de la dinámica del flujo ideal mediante ondas de Rossby, utilizamos las correspondientes ecuaciones de momento y continuidad.

Bibliografía

1. Adrian E. Gill, *Atmosphere-Ocean Dynamics*, International Geophysics Series, Volume 30, Academic Press, An Imprint of Elsevier, 1982.
2. B.J. Hoskins, A. Hollingsworth, On the simplest example of the barotropic instability of Rossby wave motion, *J. Atmos. Sci.* 1973.
3. Holton James R., *An introduction to Dynamic Meteorology*, 4 edition, Elsevier Academic Press, 2004.
4. B.J. Hoskins, A. Hollingsworth, On the simplest example of the barotropic instability of Rossby wave motion, *J. Atmos. Sci.* 1973.
5. Lorenz E. N., Barotropic Instability of Rossby wave motion, *J. Atmos. Sci.*, 1972.

CCA-26 CARTEL

POSIBLE DEPENDENCIA ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL OCEÁNICA, NUBES BAJAS Y DIMETILSULFURO

Osorio Rosales Jaime Arturo y Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
 jimmy_ssn@yahoo.com.mx

La variabilidad solar es uno de los principales mecanismos en el clima de la Tierra. Los procesos biológicos son afectados por diferentes factores, algunos de estos han sido propuestos como mecanismos que afectan el clima terrestre. En este trabajo se investiga la relación entre la Temperatura Superficial Oceánica, las Nubes Bajas y el Dimetilsulfuro (DMS), producido por el fitoplancton marino en el océano. El DMS ha sido propuesto como un modulador indirecto del clima a través de su efecto en las nubes y por ende en el albedo. Se realizó un estudio entre estos tres factores usando la Función de Información Mutua que es una medida de la dependencia entre los parámetros de interés. La cuantificación de la relación entre estos parámetros podría ser la base de otros mecanismos ligados a la actividad solar y el clima de la Tierra.

CCA-27 CARTEL

VALIDACIÓN DE DATOS MODIS POR MEDIO DE LA RED AERONET PARA LA MEDICIÓN DEL ESPESOR ÓPTICO DEL AEROSOL EN HERMOSILLO, SONORA

Bonifaz Alfonso Roberto¹, Llamas Barba Ricardo² y Valdes Barrón Mauro¹
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM*
 bonifaz@unam.mx

El Espesor Óptico del Aerosol (AOT) es el grado en el cual los Aerosoles atmosféricos evitan la transmisión de la radiación proveniente del sol y se define como la integral del coeficiente de extinción sobre una columna vertical de atmósfera y dicho coeficiente se refiere al agotamiento fraccional de la Irradiancia en la trayectoria de una determinada longitud de onda (Muhlía, 2009). Actualmente existen métodos para poder determinar el AOT en la atmósfera de cualquier sitio del planeta de manera diaria, gracias al uso de sensores remotos como lo es MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), que se encuentra en las plataformas Terra y Aqua de la NASA y que realizan mediciones diarias de diversos parámetros atmosféricos. Sin embargo los datos registrados requieren de instrumentos de validación terrena que proporcionen veracidad a las mediciones arrojadas por el sensor remoto, con este propósito, se utilizan los fotómetros de la red AERONET (Aerosol Robotic Network) que se encuentran dispersos en un gran número de puntos sobre la superficie terrestre.

En este trabajo, se presenta el procedimiento de validación que se da a los datos mediante el procesamiento digital de imágenes obtenidas de MODIS y la selección de datos de la red AERONET en una longitud de onda de 660 y 675 nm respectivamente. El caso de estudio es la ciudad de Hermosillo, Sonora, para un periodo de varios días durante el mes de abril, cuando la radiación difusa no afecta las mediciones de ambos instrumentos significativamente.

CCA-28 CARTEL

COMPARACION DEL VIENTO COSTERO Y MARINO DE LA ZONA COSTERA DE SAN BLAS, NAYARIT DURANTE LOS AÑOS DE 1999 AL 2002

Chávez Pérez Víctor Manuel¹, Palacios Hernández Emilio², Vargas Aguilera Carlos Adrián² y Filonov Anatolii²
¹*Instituto Tecnológico Superior de Zapopan*
²*Universidad de Guadalajara*
 oncovigo@hotmail.com

Se comparan observaciones del viento realizadas simultáneamente en las estaciones meteorológicas instaladas en por la Secretaría de Marina en su base en San Blas y en la estación Isla Isabel. Se Observo que el comportamiento a escala sinóptica de las variables meteorológicas son influenciadas principal mente por la señal diurna, obteniendo durante el día los valores máximos para la temperatura, la presión y la velocidad, siendo los mínimos para la humedad. La presión presenta a diferencia de las demás una señal semidiurna mucho más marcada que la diurna, esto nos indica que existen dos máximos para la presión por día siendo como se dijo anteriormente mayor en intensidad de la tarde.

Se usaron observaciones directas para señalar las diferencias entre el viento costero y marino en la región del municipio de San Blas durante el año canónico de 1999 al 2002. Las condiciones observadas con tal conjunto de datos reflejan claramente el efecto de las propiedades térmicas y de las uniformidades de la superficie de cada región.

CCA-29 CARTEL

COMPORTAMIENTO DEL ALBEDO EN LA REPUBLICA MEXICANA UTILIZANDO DATOS MODIS

Bonifaz Alfonso Roberto¹, Hernández Guadarrama José Luis² y Valdes Barrón Mauro¹
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM*
 bonifaz@unam.mx

El albedo es el porcentaje de la energía reflejada proveniente del Sol y que llega en forma directa y continua, ésta energía se puede medir por medio de sensores instalados en plataformas espaciales. Uno de éstos sensores es el MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), que orbita a bordo de las plataformas Terra y Aqua y que generan datos procesados para su distribución. En el caso del albedo se produce una imagen validada cada 16 días con las que se obtienen 23 imágenes anuales en longitudes de onda que van desde los 0.3-0.7µm, 0.3-5.0µm y 0.7-5.0µm, que corresponden al visible y al infrarrojo cercano respectivamente. El albedo presenta dos componentes principales: la reflectancia bihemisférica ("White Sky") que se puede definir como el albedo en ausencia de la componente directa cuando la componente difusa es isotrópica y la reflectancia direccional esférica ("Black Sky") que se define como el albedo en ausencia de la componente difusa en función del ángulo cenital solar. Las imágenes que abarcan el periodo 2001 – 2004 obtenidas se proyectan a la proyección Cónica Conforme de Lambert, se superponen para formar el conjunto de imágenes anuales y se analizan por métodos de procesamiento digital de imágenes para obtener mapas de albedo superficial anuales y estacionales tanto para "White Sky" y el "Black Sky" en donde se muestran las variaciones espaciales y temporales del albedo en superficie para la República Mexicana.

Con los mapas obtenidos, se puede realizar una serie de interrelaciones entre el clima, el suelo, el sustrato geológico y la vegetación para poder determinar la influencia de éstos en el albedo superficial. Como resultados preliminares se ha encontrado una relación directa entre el sustrato geológico y la reflectancia que se hace más evidente en la zona del desierto de Altar en el estado de Sonora, así mismo, se puede observar una relación directa del albedo y la vegetación en las zonas selváticas del estado de Chiapas y las zonas boscosas de la sierra madre Occidental.

También se han realizado ejercicios de zonificación utilizando clasificaciones supervisadas para encontrar áreas homogéneas con valores de albedo similares que sirvan como indicador para la instalación de estaciones terrenas de monitoreo ambiental que faciliten información puntual de la zona.

CCA-30 CARTEL

PROYECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL EN MÉXICO BAJO DOS ESCENARIOS DE EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO ATMOSFÉRICO, SEGÚN EL IPCC

Mendoza Víctor, Oda B., Garduño René y Adem Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 victor@atmosfera.unam.mx

Según el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo I del IPCC, se proyecta un aumento en las precipitaciones tanto en verano como en invierno en latitudes altas del Hemisferio Norte. Las proyecciones en las precipitaciones en las regiones tropicales son más inciertas que las de latitudes altas, sin embargo para México los modelos de circulación general de la atmósfera marcan una clara disminución de la lluvia para el periodo 2090-2099 en el invierno y en el verano.

Usando el modelo termodinámico del clima, el cual aplica la conservación de energía térmica al sistema Atmósfera-Océanos-Continentes, hemos realizado proyecciones de la temperatura y la precipitación para los años 2025, 2050, 2075 y 2100 en México, usando dos diferentes escenarios de emisiones de bióxido de carbono atmosférico, dichas proyecciones muestran concordancia con los resultados mostrados en el Cuarto Informe del IPCC.

CCA-31 CARTEL

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN SANTIAGO DE QUERÉTARO MEDIANTE PROPIEDADES MAGNÉTICAS

Castañeda Miranda Ana Gabriela y Böhnel Harald
Centro de Geociencias, UNAM
 gavi18@hotmail.com

Las actividades antropogénicas en zonas urbanas expuestas a altos índices de crecimiento y urbanización, han provocado, el aumento de los niveles de contaminación en términos de metales pesados. Durante las últimas décadas, se han reportado numerosos estudios relacionados con la evaluación de dichos metales en materiales ambientales (aire, suelo, agua material vegetal etc.). A pesar que la severidad de la contaminación no depende solamente del contenido total, sino de la proporción móvil y biodisponible, es necesario conocerlo para evaluar el impacto antropogénico. Tradicionalmente la evaluación de metales pesados en la atmósfera, se realiza por medio técnicas analíticas químicas. Sin embargo, al llevar

acabo un estudio detallado del contenido de metales pesados en una zona urbana, expuesta a numerosas fuentes de contaminación, resultaría una alta inversión de costo y tiempo, debido a esto surge la necesidad de implementar métodos rápidos y de bajo costo para el monitoreo de estos contaminantes. El uso del parámetro de susceptibilidad magnética, es suficientemente sensible para detectar la señal magnética de una fracción de material en concentraciones menores al 1%. De esta forma, las mediciones de susceptibilidad magnética pueden ser una herramienta útil para identificar metales en los polvos atmosféricos. La recolección de muestras del polvo atmosférico, se realizará de dos formas: el método tradicional, mediante filtros y el método alterno que se propone utilizar, por medio de las hojas de los árboles característicos de la región. El objetivo de este trabajo, es determinar la susceptibilidad magnética y el contenido de metales pesados (Fe, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr y V), utilizando un susceptibilómetro de tipo KLY-3, con el propósito de evaluar si los parámetros de susceptibilidad magnética aunado con el uso de las hojas de los árboles como recolectores de polvos atmosféricos, ambas técnicas pueden ser usadas como una herramienta rápida y de bajo costo, que permita determinar áreas contaminadas. Del análisis de estos resultados se pretende concluir que la susceptibilidad magnética puede ser usada como un indicador de áreas contaminadas. Y así, la identificación de una zona contaminada puede ser sometida a estudios más detallados por otros métodos analíticos.

Sesión Regular

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Organizadores:

Francisco Javier Esparza Hernández

William Bandy

Andrés Tejero Andrade

EG-1

ESTUDIOS SÍSMICOS MAR-TIERRA EN EL BORDE NE DE LA PLACA CARIBE. PROYECTOS: GEOPRICO Y CARIBE NORTE

Córdoba Barba Diego¹, Pazos Antonio², Carbó Gorosabel Andrés³,
Martín Davila José², Núñez Escribano Diana⁴, Payero De Jesús Juan
Silvestre⁴, Fort Mike⁵, López Octavio⁶ y Granja Bruña José Luis³

¹Departamento de Geofísica, Universidad Complutense de Madrid, España

²Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Cádiz, España

³Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, España

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

⁵IRIS-PASSCAL Instrument Center, USA

⁶Dirección General de Minería, Santo Domingo, República Dominicana
dcordoba@fis.ucm.es

En el marco de los proyectos GEOPRICO y CARIBE NORTE, desarrollados en la primavera de 2005 y 2009, respectivamente, se han llevado a cabo investigaciones de la estructura de la litosfera en el borde NE de la Placa Caribe, desde la Cresta de Beata hasta el Pasaje de Anegada, por métodos de perfiles sísmicos de refracción/reflexión de gran ángulo, sísmica de reflexión multicanal, campos potenciales (gravedad y magnetismo) y sonda multihaz.

Durante el mes de abril de 2009, se realizó la adquisición de datos del proyecto CARIBE NORTE. Se desplegó una red de 340 estaciones sísmicas portátiles en la República Dominicana, distribuidas en 4 perfiles sísmicos, uno Este-Oeste y tres Norte-Sur. Además de esos equipos, se fondearon 16 OBS en los márgenes Norte, Este y Sur de la Española. La red de estaciones sísmicas terrestres y los OBS registraron los disparos de aire comprimido, realizados a intervalos de 90 segundos, por el Buque de Investigaciones Oceanográficas HESPERIDES, así como tres explosiones subterráneas de 1000 kg, en tres posiciones seleccionadas para este proyecto, en las cordilleras Central y Oriental.

Después de la realización del procesamiento de los datos, se ha efectuado una interpretación preliminar de las secciones sísmicas obtenidas, a partir de la aplicación de métodos de inversión numérica, trazado de rayos y sismogramas sintéticos. Los resultados obtenidos muestran detalles de la distribución de velocidades de las ondas P en el contacto entre la Cuenca de Venezuela, la Española y el Banco de las Bahamas. El proyecto CARIBE NORTE complementa el área de investigación del proyecto GEOPRICO. En esta comunicación se presentan los resultados más recientes de ambos proyectos.

EG-2

ESTRUCTURA DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

González Escobar Mario, Martín Barajas Arturo, Pacheco Romero Martín y Arregui Ojeda Sergio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
mgonzale@cicese.mx

Se compilo información sísmica de alrededor de 5000 Km y se procesaron e interpretaron 2000 km más de líneas sísmicas de reflexión 2D multicanal propiedad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), con el objetivo de estudiar los rasgos estructurales en el norte del Golfo de California, comprendidos en la cuenca Wagner; la zona de transición entre las cuencas Wagner y Consag, así como la cuenca Tiburón. Respecto a las regiones de las cuencas Delfín Superior y Delfín Inferior, así como Tepoca y Adair, hasta este momento solo se cuenta con información compilada de trabajos previos, faltando por procesar información sísmica de reflexión que fue colectada en dichos sectores a finales de los 70's por PEMEX. Las cuencas Wagner-Consag están limitadas por la falla Consag y al este por la falla Wagner con una orientación NW-SW. Al norte la falla Consag cambia su orientación NE-SW produciendo el cierre norte de la cuenca Wagner, mientras que al sur de ésta, un alto estructural delimita a ambas cuencas. La falla Wagner Sur es la principal estructura al oriente de las cuencas Wagner y Consag, con una longitud de ~86 km y dirección N10W. Por otro lado, la cuenca Tiburón sugiere profundidades de más de 7 km en una área aproximada de 4,600 km², con paquetes de reflectores bien definidos de más de 400 m de espesor, presentando una gran cantidad de fallas subparalelas y subverticales que controlan la cuenca al Oeste, dicha cuenca está controlada al Oeste por la falla Tiburón, al Este por la falla De Mar, al sureste por la falla Desemboque y al norte por el cuerpo denominado anticlinal cuenca Tepoca.

EG-3

SUBDUCCIÓN ACTIVA DEBAJO DEL BLOQUE DE JALISCO: LEVANTAMIENTO Y EVIDENCIAS DE UNA SUPERFICIE DE DESPEGUE INDUCIDA POR LA SUBDUCCIÓN DE ÁNGULO ALTO

Arzate Flores Jorge¹, Corbo Camargo Fernando¹, Álvarez Bérar
Román², Aranda Gómez José Jorge¹ y Chávez Alegría Omar³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

³Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro
arzatej@geociencias.unam.mx

El Bloque de Jalisco (BJ) es un elemento estructural de la placa continental norteamericana, limitado por zonas de fallas normales activas que indican que es un bloque continental fragmentado. Se ubica en el extremo noroccidental de la trinchera Mesoamericana (MAT), justo en donde la placa de Cocos se acuña y se encuentra con la micro placa de Rivera. Existe controversia en cuanto si la subducción es activa o no debajo de esta región. Sin embargo, la existencia de actividad sísmica continua sugiere que el proceso de convergencia permanece vivo en el área. Estudios sismológicos indican que la placa oceánica subduce debajo del BJ con un ángulo relativamente alto (>40°), en contraste con lo que se observa hacia el sur a lo largo de la trinchera Mesoamericana, en donde alcanza valores de solo una decena de grados.

Aquí presentamos datos de sondeos magnetotélúricos, gravimétricos y sismológicos y proponemos un modelo geológico que sugiere una colisión entre la placa continental con la corteza oceánica que está flexionada. Proponemos que este fenómeno desacopla a las placas involucradas, produciendo sismicidad a lo largo de una superficie de despegue que separa el manto superior, más denso y plástico, de la corteza continental que se desliza sobre éste y se eleva en dirección de la trinchera. Nuestra hipótesis es que este mecanismo causó la fractura del BJ en la placa continental, a lo largo de zonas de extensión expuestas en la superficie. El modelo propuesto, basado en la interpretación de datos MT de banda ancha y datos gravimétricos, explica la existencia de zonas de fusión parcial cercanas a la superficie, directamente relacionadas con el proceso de subducción. Sin embargo, a mayor profundidad (>45 km) se observa una zona conductiva debajo de dicha placa, que podría estar vinculada a la casi extinta placa de Cocos en esta región. Un modelo térmico estimado para la zona, en combinación con el análisis de elementos finitos de la convergencia rígido-viscosa entre las placas convergentes, proporciona elementos adicionales que apoyan al modelo propuesto.

EG-4

INTERPRETACIÓN DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNETOMÉTRICOS PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DEL BASAMENTO EN LOS ESTILOS ESTRUCTURALES DEL CINTURÓN PLEGADO Y CABALGADO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Medina Ferrusquía Hugo César¹, Yutis Vsevolod¹, Chávez Cabello Gabriel¹,
López Loera Héctor², Torres Ramos Jesús¹ y Ramos Zuñiga Luis G.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
phymedina@hotmail.com

Los cambios en estilos estructurales dentro y en el frente de cinturones plegados y cabalgados se deben principalmente a tres factores: Variaciones estratigráficas, la geometría del basamento y la participación de este en la deformación. El cinturón plegado y cabalgado de la Sierra Madre Oriental muestra evidencias estructurales donde más de uno de estos factores debieron controlar la generación de estructuras regionales. En éste trabajo se están caracterizando a escala semiregional, dentro de los sectores de Parras y Saliente de Monterrey, los factores que controlaron los cambios en los estilos estructurales, poniendo énfasis en la geometría y posibles reactivaciones del basamento durante la Orogenia Laramide en la región, a partir de interpretación de datos aeromagnéticos del Servicio Geológico Mexicano (SGM), así como también, a través de levantamiento de datos magnéticos y gravimétricos de campo.

Con la interpretación de los datos aeromagnéticos se han identificado dos sistemas de lineamientos magnéticos, uno local con direcciones NW-SE generado por cuerpos someros, y otro regional, con direcciones casi E-W que está controlado por el cambio entre anomalías magnéticas positivas producidas por los altos de basamento del Bloque de Coahuila, al NW, y el alto de Terán localizado en la parte NE y E del área de estudio, y las anomalías magnéticas negativas generadas por potentes espesores de la secuencia Mesozoica en la región del canal de Monterrey. Identificando los principales dominios y lineamientos magnéticos que resultaron del análisis de datos aeromagnéticos, se trazaron varios perfiles gravimétricos y magnéticos de campo, principalmente en los cañones que cortan el frente del cinturón plegado y cabalgado de la Sierra Madre Oriental. Con estos resultados se ha interpretado que el basamento presenta geometrías que varían desde la parte frontal hacia la parte interna del cinturón. Las profundidades de basamento en la parte frontal de cinturón al oriente de la ciudad de Linares, Nuevo León, son de 800 a 1,000 m; además, se ha corroborado que existe un escalonamiento de rocas de basamento hacia la parte interna del cinturón, con profundidades que varían de los 1,000 a los 3,500 m. Un escalón importante se observa claramente en la región de Galeana,

Nuevo León y, probablemente, este escalón haya influenciado la generación de los estilos estructurales de la secuencia Mesozoica en este sitio, así como también, a la posible reactivación de estos bloques como lo muestra la sismicidad recientemente registrada en la región.

EG-5

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBDUCCIÓN Y LÍMITES DE LOS TERRENOS TECTONO-ESTRATIGRAFICOS EN EL SUR DE MEXICO A PARTIR DE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS DE BANDA ANCHA

Corbo Camargo Fernando¹, Arzate Flores Jorge¹, Campos Enriquez Oscar² y Belmonte Jiménez Salvador I.³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN
fcorbo@geociencias.unam.mx

La corteza continental en el suroeste de México ha sido estudiada a partir de datos de refracción sísmica, sismológicos y magnetotélúricos. Los estudios de refracción sísmica no muestran diferencias significativas en la estructura de la corteza a través de la Falla de Oaxaca, sin embargo los datos magnetotélúricos muestran una clara discontinuidad en la estructura eléctrica a uno y otro lado de la traza superficial de dicha falla, que se puede asociar al contacto entre los terrenos Oaxaca y Juárez. Además de los límites entre los terrenos Juárez y Oaxaca, los resultados de este trabajo también revelan los límites corticales entre los terrenos Oaxaca y el complejo Xolapa a partir de los contrastes de conductividad observados. Se discuten los parámetros de distorsión y los vectores de inducción en términos de la presencia de dichos límites.

Por otro lado, los resultados de la interpretación de una transecta MT entre la costa de Oaxaca y San Andrés Yaa (extensión total de 200 km) revela una zona conductiva continua de bajo ángulo que se extiende sub-horizontalmente debajo de la corteza continental y que se asocia a la subducción de la placa oceánica. Se observa una flujión de dicho conductor que coincide bien con resultados sismológicos previos. La correlación de estos resultados con los de estudios sismológicos muestra una estrecha cercanía entre la interfase de la placa oceánica y la corteza superior continental con la anomalía conductiva. En este trabajo se discute su relación con la presencia de fluidos corticales.

EG-6

ACTIVE FAULTING AND POSSIBLE DETACHMENT SURFACE IN THE EASTERN SECTOR OF THE RIF CORDILLERA, MOROCCO: INSIGHTS FROM A BROAD BAND MAGNETOTELLURIC SURVEY

Anahnah Farida¹, Galindo Zaldivar Jesús¹, Arzate Flores Jorge², Pedrera Parias Antonio¹, Ruiz Constan Ana¹, Ruano Patricia¹ y Ledo Juanjo³

¹Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, España

²Centro de Geociencias, UNAM

³Departament de Geodinàmica i Geofísica, Universitat de Barcelona, España
fruta16@hotmail.com

The study of the basins in the littoral of the eastern sector of the Rif cordillera in northern Morocco has an intrinsic geologic interest as it is a zone where active faulting has been documented. As a consequence, a high seismic activity and recent volcanism are both characteristic to the area. Despite the general interest, recent geological and geophysical surveys in the region are sparse mainly because of the harsh topography and scarce roads but also to administrative difficulties. However, after the 2004 seismic activity in the surroundings of Alhucemas that put at risk recent developments of infrastructure, it has become clear the need to better understand the crustal structure in the region. This geophysical work is a first contribution in this respect. Here we present the results of a magnetotelluric survey carried out in the area limited by the parallels 34°47'N and 35°25'N, and the meridians 4°15'W and 3°30'W roughly corresponding to the Alhucema basin.

The studied sector is located in the eastern sector of the Rif cordillera, which together with Betic cordillera represent the westernmost part of the Mediterranean Alpine chain (Figure 1). Both cordilleras are connected through the Gibraltar arch and are separated by the Alboran sea, that is regarded as a large Neogene basin with a thinned crust. Since the Cretaceous until now, both cordilleras are affected by deformation. The rough topography is associated to the oblique convergence in NW-SE direction between the Eurasian and African plates since the Tortonian.

There are several sinistral slip faults regarded as transference faults, that were developed during the Miocene emplacement towards the SW of the tectonic units of the Rif. In the western sector of the Rif, the internal zone is separated from the Flysch by the Jebha sinistral fault, while in the eastern part the external zone is cut by the sinistral Nekor fault with predominant NE-SW direction. This fault is one of the most important discontinuities of the cordillera, although it is at present inactive. Several other normal faults of large extent can be identified at the surface of the Alhucema region, amongst which call the attention those faults of normal component with mean N-S orientation. The Alhucemas basin is limited to the west by normal dextral faults in echelon, and to the east by the normal NNE-SSW sinistral fault of

Trougout, which separates the basin from the Ras Tarf massif. In the western border of the Boudinar basin it is located the normal dextral Boudinar fault with orientation NN-SSE. Furthermore, in the zone can be identified a number of minor faults with variable orientations and vertical displacements. These, we shall see, are the source of telluric noise that affects our MT measurements.

EG-7

DEEP DEFORMATION PATTERN FROM ELECTRICAL ANISOTROPY IN AN ACTIVE ARCHED OROGEN (BETIC CORDILLERA, WESTERN MEDITERRANEAN)

Ruiz Constan Ana¹, Galindo Zaldivar Jesús¹, Pedrera Parias Antonio¹, Arzate Flores Jorge², Pous Jaume³, Anahnah Farida¹, Asensio E.³, Marín Lechado C.⁴, Heise W.⁵ y Monteiro Santos F.⁵

¹Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, España

²Centro de Geociencias, UNAM

³Departament de Geodinàmica i Geofísica, Universitat de Barcelona, España

⁴Instituto Geológico y Minero de España

⁵Departamento de Física y Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa, Portugal
aconstan@ugr.es

Long period magnetotelluric (LPMT) data acquired in the Iberian Massif and the Betic Cordillera arched orogen provide first evidence on electrical anisotropy in the upper mantle in the Mediterranean. Analyzing the electrical conductivity of the lithosphere is a sensitive way of determining its structure and strain due to its dependence to rock composition, anisotropy, temperature or presence of interstitial fluids. In complex tectonic areas, the measurement of this geophysical parameter has provided complementary information to geological field data and to studies based in other properties of the rocks, such as seismic velocity, density or magnetism. Magnetotelluric (MT) studies have been essentially focused in the electrical properties and structure of the crust and solving intermediate and shallow targets. In contrast, numerous researches of seismic anisotropy have been revealed as a powerful tool to determine zones of anisotropy in the lithospheric mantle. Only during the last decade mantle MT studies are acquiring a great significance. It has been documented that the electrical conductivity is highly anisotropic in the upper mantle but has not been so extensively studied as seismic anisotropy. Until now there is no consensus in the variables that condition the mantle anisotropy direction and the correlation between seismic and electrical anisotropy results. Few comparative studies up to now show obliquity between both directions that may be systematic or not.

The new acquired long period MT data in the western Betic Cordilleras provide the first electrical anisotropy results on the upper mantle of Western Mediterranean. They are integrated with previous seismic anisotropy studies of Pn and SKS shear wave splitting. The aim of this study is to contribute to discuss the recent geodynamic evolution of the western Mediterranean, where many controversial models have been proposed to explain the development of the Gibraltar Arch in the context of the NW-SE Eurasian-African convergent plate boundary.

EG-8

ESTUDIO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN UN VALLE ALUVIAL PARA ADECUAR LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Reyes López Francisco, Belmonte Jiménez Salvador I. y Ladrón de Guevara María
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Oaxaca
freyesl@hotmail.com

Se presenta un trabajo de investigación que muestra el estudio del subsuelo aluvial de Santa Cruz Xoxocotlán usando exploración indirecta con métodos geofísicos de corriente continua (CC), piezometría y granulometría para conocer las respuestas de las resistividades de los estratos y sus espesores, sus propiedades físicas y la profundidad a la zona saturada para conocer las causas-efecto de fallas en la disipación de corrientes de descargas atmosféricas y de aislamiento en los sistemas de puesta a tierra (SPT) en el Valle de Oaxaca.

Con 22 sondeos eléctricos verticales (SEV) se determinan los cortes geoelectrónicos; en 16 sondeos azimutales Wenner (SAW) 8 en lluvias y 8 en estiaje se conocen los valores de anisotropía su distribución y variación con la humedad; con piezometría se obtuvo la distribución del nivel piezométrico de 6 pozos en estiaje y lluvias obteniéndose los cambios respectivos de la dirección del flujo subterráneo del agua; con granulometría se obtuvieron las características de los agregados, sus tamaños y distribución en el subsuelo. Se contrastan los datos obtenidos infiriendo en ellos las causas-efecto, de los (SPT) determinándose las adecuaciones de seguridad a los usuarios y equipos que operan.

EG-9

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN PROTOTIPO CON DISEÑO NACIONAL PARA LA REALIZACIÓN DE PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA DEL SUBSUELO

Ramírez Álvarez Emmanuel¹, Ramírez Garrido Jorge², García Delgado Belén¹, Hernández Embriz Juan¹ y Ramírez Álvarez Roberto¹

¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN, Ticomán

²Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, IPN
emmaraal@hotmail.com

Se presenta el prototipo de un equipo para Prospección Geoeléctrica, con aplicación directa en campo. Se sabe que en la industria de la Geofísica los costos de los equipos son altos y de procedencia extranjera. Por lo cual este proyecto tuvo como objetivo desarrollar un diseño nacional a bajo costo.

Este diseño fue el resultado del trabajo de un equipo integral que diseñó la electrónica necesaria para la generación y adquisición de señales eléctricas. Se parte de una fuente controlada de Corriente Directa (VCD) esta inyecta una señal de Corriente Variable y a un solo Voltaje, en la industria eléctrica este tipo de fuentes es conocida como "fuente de corriente". La cual sirvió para obtener un valor resistivo del subsuelo en base a la teoría de la Prospección Geoeléctrica y los diferentes tipos de arreglos para la adquisición de datos.

En el caso de la adquisición de datos se utilizó el microcontrolador MC68HC32 de Motorola programado en Code Warrior y usando Visual Basic para la interfaz máquina-usuario. El software puede utilizarse para la actualización de equipos antiguos o que no cuenten con tecnología digital.

Se presentan los resultados de comparación de los datos obtenidos con el prototipo respecto a otro ya existente en el mercado con el fin de comprobar la efectividad del prototipo en un área determinada y a través de la Interpretación Geofísica se obtuvo un modelo de resistividades aproximado del subsuelo.

EG-10

APLICACIÓN DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV) PARA EXPLORACIÓN DE AGUA EN TEPATLAXCO DE HIDALGO PUEBLA

Morales Juárez Silvia Patricia, Morales Carrera Sara Nohemí y Aquino Flores Judith
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
klar311@hotmail.com

La comunidad de Tepatlaxco de Hidalgo, Estado de Puebla; en los últimos años ha escaseado en el suministro de agua potable, sosteniéndose con un solo pozo de agua, el cual no abastece lo necesario, es por ello que la aplicación de estudios geofísicos para la búsqueda de agua ha sido vital para la comunidad.

El área de estudio comprende una superficie aproximada de 50 kilómetros cuadrados localizado en el municipio de Tepatlaxco. Geológicamente la mayor parte de la entidad se encuentra asentada en la Provincia del Eje Neovolcánico, las rocas más antiguas corresponden a rocas sedimentarias (Calizas) de edad Cretácica así como una serie de depósitos de materiales recientes que van desde arcillas a arenas finas (Servicio Geológico Mexicano 2002). Dentro de la geología local, la distribución espacial de las estructuras más importantes son: el volcán "La Malinche" ubicada en la parte Norte de Tepatlaxco, el extrusivo "El Pinal" al Este y afloramientos de calizas del Cretácico en la parte Este y Sur del Municipio.

La definición y valoración de las reservas y recursos del agua es uno de los aspectos más importantes para la comunidad.

El proyecto tiene como objetivo realizar un estudio geológico-geofísico para localizar puntos estratégicos de perforación que permitan satisfacer las necesidades rurales e industriales de abastecimiento, también se proyecta analizar la calidad del agua para complementar nuestro estudio.

El método geofísico a utilizar fue el método de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), por su eficiencia para el estudio hidrogeológico. Se realizaron 8 sondeos en 4 puntos estratégicos, que previamente se marcaron de acuerdo a la geología local como los mejores.

El análisis de los datos obtenidos en campo, muestran una clara variación litológica inferida a partir de los perfiles de pseudoresistividades, que nos permiten dar una primera aproximación de la localización de puntos posibles de perforación.

EG-11

CUANTIFICACIÓN DE ARENAS FELDESPÁTICAS POR EL MÉTODO DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV) EN ATEXCA, ZACATLÁN, PUEBLA

Ramón Márquez Víctor Manuel, García Amador Bernardo Ignacio y Soriano Garibo Isaac
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
vic_vmrmm@hotmail.com

Actualmente en la comunidad de Ateuxca, se explotan arenas Feldespáticas para fines industriales, por ende, la razón del estudio es otorgar una determinación de reservas en un área estratégica para identificar el volumen del banco.

La ejecución e interpretación de 10 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), en el predio "Parador Turístico" de la localidad Ateuxca a 9 km al NW del municipio de Zacatlán, Estado de Puebla; determinan espesores de un banco de arenas feldespáticas y silíceas a través de la correlación geoelectrónica y geológica, con el fin de cuantificar un proyecto de explotación de bancos de material.

Regionalmente la zona pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico según los criterios de E. Raisz (1964) y localmente describe una secuencia volcánica del Terciario conformada principalmente por rocas de composición ácida (Servicio Geológico Mexicano, 1997).

La importancia del método (SEV) para la cuantificación de bancos es un primer propósito, sin embargo, los datos arrojados han permitido hacer una interpretación secundaria del estudio, siendo este de interés hidrogeológico, debido a los datos obtenidos.

El trabajo relaciona la aportación geofísica de los SEV para la cuantificación del banco de material y la relación con el marco hidrogeológico de la zona.

EG-12

PROYECTO DE EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA EN LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Muñoz Máximo Ignacio¹, Vázquez Serrano Alberto² y Ramón Márquez Víctor Manuel³

¹Laboratorio de Geofísica Computacional, BUAP

²Instituto de Geología, UNAM

³Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
rexj24@yahoo.com

El estado de Puebla ha sido objeto en los últimos 10 años de exploración geológica y geofísica con el fin de evaluar el potencial geoeconómico de la región, prestando atención especial a la porción norte de la entidad debido a sus antecedentes históricos de explotación minera, ello a servido como motor del impulso económico y el desarrollo social, siendo la principal fuente de explotación los minerales no metálicos (arcillas y feldespatos), mientras que en los municipios del suroeste se ha prestado principal interés a la obtención de yeso, mármol y rocas calizas (para el cemento), trabajando de manera conjunta con la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), en cooperación con la dirección de minería se ha emprendido la identificación de minerales con un posible potencial para su explotación en la región fisiográfica de Valsequillo en la cual el municipio de Huehuetlán el Grande ubicado en las coordenadas 98°26'E y 25°39'N presenta un potencial interés económico minero para la extracción de arcillas y yeso, El área de estudio principal es dominada por una geomorfología de elevaciones suaves no superiores a 200m, a una altura de 1406msnm, de acuerdo con la información presentada por la carta geológica Coatzingo 1:50,000 del SGM (Servicio Geológico Mexicano), dicha región se encuentra compuesta por una serie de rocas metamórficas intensamente deformadas asociadas al Complejo Acatlán que subyacen de forma discordante a una secuencia de calizas correspondientes a la formación Guerrero Morelos y que se encuentran cubiertas en superficie por materiales aluviales. Con lo observado en campo se identificaron minerales de yeso asociados a arcillas en colores crema, encontrándose las variedades de yeso selenita, flores del Desierto y otras variedades con distintas impurezas que se presentan en tonalidades rojas y negras con un aspecto fibroso, tal abundancia no se limita a este lugar ya que en la cabecera de Huehuetlán el Grande dichas manifestaciones aparecen nuevamente asociadas en arcillas de tonos rojizos, ocres y verdes aflorando en superficie en forma de escamas o bien como cristales maclados, para determinar el comportamiento y las dimensiones espaciales de estas arcillas ricas en sulfato de calcio se propone la aplicación de los métodos geofísicos de prospección magnética, y prospección eléctrica vertical (SEV) con el cual se pretende identificar de manera concisa las dimensiones y profundidades de estos materiales, por ahora se han identificado preliminarmente de manera superficial las dimensiones de dichos afloramientos de arcillas y yeso.

EG-13

ANÁLISIS DE ANOMALÍAS GEOELÉCTRICAS ASOCIADAS A CAVIDADES EN LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN, MÉXICO, D.F.

Barco Bazán Iván Omar¹, Alanis Alfredo², Camargo David¹, Chavacán Marcos¹ y Maldonado Daniel¹

¹EPYESSA

²GDF

eangle_x@hotmail.com

Muchas Colonias en la Ciudad de México, sobre todo en la parte poniente, están afectadas por la presencia de cavernas en el subsuelo, formando muchas veces una red de túneles. Estas representan un riesgo de colapso en las obras civiles edificadas o a construir, motivo por el cual se realizó un estudio geofísico para delimitar anomalías asociadas a la presencia de cavidades en varias Colonias de la Delegación Álvaro Obregón. Las técnicas geoelectricas bidimensionales (Polo-Dipolo, Dipolo-Dipolo) son de las más utilizadas para este tipo de proyectos (obteniéndose un perfil continuo de datos en 2 dimensiones) debido a su bajo costo y fácil interpretación. Para identificar posibles cavidades que pudieran poner en riesgo las construcciones y la seguridad de las personas, se ejecutaron estudios de este tipo, determinando la posición y profundidad de las cavidades, así como una correlación entre líneas de dipolos paralelas para determinar si las cavernas están comunicadas.

De esta forma se trabajaron 8 niveles de investigación con separación de dipolos a cada 4 m. Con los datos obtenidos en campo se realizó la configuración de isovalores asociándose los valores de las anomalías de alta resistividad a la presencia de cavidades y/o lentes arenosos, gravas e intercalaciones de fragmentos de roca. Se recomendó la verificación directa de las anomalías, de las cuales el 70 % de estas fueron comprobadas, verificándose la existencia ya sea de las cavidades o bien de minas que ya habían sido rellenadas.

EG-14

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL MUNICIPIO TEPETLACOLCO ESTADO DE PUEBLA

Martínez Ruiz Gerardo, Muñoz Máximo Ignacio y Vázquez Serrano Alberto
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gerardomartinezzruiz_@hotmail.com

El municipio de Tepetlacolco localizado al sureste de la Mixteca poblana ubicado en las coordenadas 18° 37'N con 97° 40'O, colinda con la comunidad de palmillas al oeste, al norte con tlacotepec y al oeste con santa María el alta, ha comenzado a sufrir problemas severos con el abastecimiento de agua para uso y consumo humano, lo cual es un factor preocupante ya que económicamente la población se ocupa principalmente en el sector agrario, por tal motivo el estudio hidrogeológico realizado tiene la finalidad de proporcionar la información necesaria para la terminación de 2 pozos artesianos en los terrenos de cultivos aledaños a la población. Geomorfologicamente la zona de estudio se encuentra dominada por dos Sierras (tenso, tecomachalco), que de acuerdo con las secciones elaboradas en campo y los datos obtenidos se hallan compuestas por roca caliza con intercalaciones de dolomitas con nódulos de pedernal que interperizan en colores claros a ocre; el centro del valle se encuentra dominado por la presencia de tobas arcillosas en su mayor parte apareciendo solo en algunas zonas tobas arenosas en color gris claro (Tobas Andesititas) que presentan una baja consolidación cuya granulometría va de gruesa a media, también de manera intermitente aparecen depósitos de pie de monte y aluviales en muchas partes superficiales de la región. Gracias al estudio realizando se pudo determinar el nivel freático, para la perforación de un pozo para riego de cultivo, complementando dicho con tres sondeos eléctricos verticales (SEV), las resistividades obtenidas fueron bajas en los extremos por la presencia de arcillas (tobacias) con contenido de agua de (66.82 ohm.m a 23.33ohm.m) mientras que en la parte del centro se obtuvieron resistividades altas de (45.84ohm.m a 210.4ohm.m) debido a la presencia de arenas con contenido de clastos de fósiles en calizas. Con la información obtenida de gracias a este trabajo se descarto la perforación y terminado de un segundo pozo el cual a pesar de su cercanía en el área no presenta las condiciones adecuadas para la obtención de agua, lo cual evito el gasto innecesario de recursos para los pobladores.

EG-15

ESTUDIO GEOFÍSICO AL NE DEL ÁREA DE COLAPSO DE LA JUNTA AUXILIAR DE LA LIBERTAD, PUEBLA, MÉXICO

Cruz Flores Berenice¹, Gallardo Zepeda Gabriela¹ y Castillo Román José²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Centro Universitario para la Prevención de Desastres, BUAP
ereb_cruz@hotmail.com

La junta auxiliar de la libertad se encuentra ubicada al NE de la capital del estado de Puebla. El 26 de septiembre del 2005 se originó en este lugar un hundimiento de 14 m de diámetro y 6 m de profundidad. Los efectos de este causaron daños irreparables en cuatro viviendas y seis sufrieron daños moderados.

Este evento causo temor en la población de la Junta Auxiliar, los cuales exigieron a las autoridades que se realizara un estudio para evaluar las condiciones del subsuelo y descartar la posibilidad de que ocurriera otro hundimiento en la zona.

Por tal motivo, el Centro Universitario para la Prevención de Desastres de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, realizó un estudio geoelectrico, para determinar las características estratigráficas del subsuelo y tratar de explicar las causas que dieron origen a este fenómeno. Por lo que se realizaron 100 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) en la zona afectada y sus alrededores.

Los primeros resultados obtenidos nos indican la presencia de un basamento resistivo mayor a los 100 Ohm-m, que se encuentran entre los 50 m y 90 m de profundidad. Sobre este basamento descansa una secuencia electrostratigráfica de baja resistividad (3 a 28 ohm-m) y espesor variable que va desde los 2 hasta los 72 m. Dentro de este paquete se identificaron lentes de muy baja resistividad (< 3 ohm-m), así como también electrostratos de 29 a 49 ohm-m. Por último, en la superficie se encontraron electrostratos con resistividades entre los 115 a 340 ohm-m.

EG-16

ESTUDIOS GEOFÍSICOS E HIDROLÓGICOS PARA IDENTIFICAR SITIOS PERMEABLES PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE OBRAS DE INFILTRACIÓN PARA EL ACUÍFERO DEL VALLE DE GUAYMAS

Morales Montaña Mariano¹, Martínez Retama Silvia¹, Castillo Gurrola José¹, Ríos Angulo Miguel Ángel¹ y Flores Luna Carlos²

¹Universidad de Sonora

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE
mmorales@geologia.uson.mx

El acuífero del Valle de Guaymas en la cuenca del río Mátape es una región en donde predominan condiciones climáticas adversas de baja precipitación y altas temperaturas, con un consecuente problema de sobreexplotación y entrada de agua marina.

La cuenca del Mátape cubre una extensión aproximada de 7450 km², presenta una pendiente media de 0.035 y es drenada por el propio Río Mátape, de régimen intermitente.

En el Mátape las lluvias son escasas pero cuando ocurren, generalmente son torrenciales y los escurrimientos se pierden rápidamente desembocando en el mar, debido a la deforestación que prevalece y a que no existe la suficiente infraestructura para almacenarlos. Aunque estos problemas resultan difíciles de resolver, la inducción de la infiltración para la recarga de los mantos subterráneos representa un buen inicio, ya que con esto se podría mitigar el impacto de la sobreexplotación y la intrusión salina.

El objetivo de este trabajo consistió en realizar estudios geofísicos e hidrogeológicos para identificar sitios permeables para el diseño e instalación de obras de infiltración para el acuífero del Valle de Guaymas.

Para la investigación del subsuelo y caracterizar las zonas vadasa y saturada se aplicaron los métodos geofísicos de Tomografía Eléctrica Resistiva (5 tomografías) y Sondeos Eléctricos Verticales (12 sondeos).

Para definir la Piezometría, se nivelaron un total de 97 brocales con equipo de alta precisión, al mismo tiempo se tomó la profundidad al nivel estático y/o dinámico.

La información arrojada por la geofísica y las condiciones topográficas y geohidrológicas permitieron seleccionar los sitios Bordo de Ortiz y Maytorena para el diseño e instalación de posibles obras para infiltración de agua al subsuelo.

Los tipos de obras propuestos para recargar el acuífero consisten de embalses de sedimentación e infiltración interconectados aprovechando la gran cantidad de tierras abandonadas y los costos mínimos que se requieren en este tipo de obras.

EG-17

ANÁLISIS GEOFÍSICO-GEOHIDROLÓGICO PARA DETERMINAR LA INTERFACE AGUA DULCE-AGUA SALADA EN UN CUERPO DE AGUA DULCE, EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Tobón Bazán Auneer¹, Barco Bazán Iván Omar¹, Espinosa Nuria¹, Camargo David¹, Milán Saul² y Chavacán Marcos¹

¹EPYESSA

²Instituto Politécnico Nacional
auneer@hotmail.com

En el área de estudio se realizó un análisis geofísico-geohidrológico para determinar las causas de la problemática de intrusión salina que sufre uno de los pozos que abastecen de agua potable a un fraccionamiento residencial en Boca del Río, Veracruz. Para cumplir con el objetivo se aplicaron técnicas de ingeniería como son geología, geofísica, geohidrología e hidrogeoquímica para resolver el problema planteado, determinando zona de intrusión salina, profundidad de los estratos saturados con agua dulce y salobre, la dirección de la intrusión, sitios factibles de explotación de agua dulce y nuevas zonas de exploración para su mayor captación. En los estudios geoquímicos previos y actuales, se apreciaron

los cambios que ha tenido el cuerpo de agua dulce con respecto al tiempo. En la exploración geofísica, fue empleada la técnica de Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs). Al integrar este método indirecto con las otras técnicas utilizadas se generó un modelo conceptual de la intrusión salina observada en el área de estudio.

EG-18

ESTUDIO MT DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL TRAZO DEL TÚNEL DE CONDUCCIÓN DEL PH RÍO MOCTEZUMA

Salas Contreras Pedro, Bautista González Luis,
Aranda López Rafael y Saucedo Quiñones Daniel
Comisión Federal de Electricidad
pedro.salas@cfe.com.mx

El Proyecto Hidroeléctrico Río Moctezuma ubicado entre los Estados de Hidalgo y Querétaro contempla la construcción de un Túnel de Conducción con una longitud aproximada de 20.2 km desde Boquilla hasta Casa de Maquinas.

Con el objetivo de caracterizar las estructuras que se encuentran sobre el trazo del túnel con una profundidad aproximada de 1200 metros, el departamento de Geofísica de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra de CFE en el año 2006 realizó estudios indirectos, utilizando el método magnetotélúrico de alta frecuencia, donde el alcance de exploración fue de 600 a 700 m de profundidad. Siendo insuficiente tal información, en el año 2008, se realizó una nueva campaña empleando el método magnetotélúrico en su modalidad de baja frecuencia el cual permite una mayor profundidad de investigación.

El método magnetotélúrico, se basa en la medición del campo magnético y eléctrico simultáneamente (impedancia) a diferentes frecuencias, esto permite mediante procesos matemáticos obtener resistividades y fases aparentes.

La implementación en campo se efectuó orientando los dispositivos de norte a sur y de este a oeste, con abertura de electrodos de entre 20 y 30 metros, con un espaciado entre sondeo y sondeo de 100 metros aproximadamente.

En los cadenas 5+000 a 6+000 se retomaron los SMT de alta frecuencia de la campaña 2006, debido a que en esta ocasión el funcionamiento de una torre de transmisión afectó las mediciones de baja frecuencia. Los datos obtenidos se combinaron con los SMT de alta frecuencia para obtener mejor respuesta en la elaboración de los modelos 1D y 2D.

Se obtuvo el modelo preliminar usando el algoritmo de Occam 1D para el invariante y la imagen 2D mediante el algoritmo de Rodi y Mackie con la solución de NLGC (gradientes conjugados no lineales) para los datos del Transverso Magnético.

EG-19

METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR UNA FALLA ACTIVA APLICANDO SÍSMICA 2D SOMERA DE ALTA RESOLUCIÓN SOBRE DEPÓSITOS RECIENTES, CASO EJEMPLO FALLA DE BUCARAMANGA (COLOMBIA)

Vargas Parra Julian Andres¹, Ojeda Bueno German² y Agudelo William Mauricio²

¹Universidad Industrial de Santander

²ECOPETROL

julianvargas1981@hotmail.com

Muchas ciudades en el mundo están sobre fallas geológicas activas. Estas ciudades corren el riesgo de ser devastadas por grandes eventos tectónicos. Los geólogos están dedicados a estudiar estas fallas, los estudios se encaminan a encontrar si la falla es activa y encontrar las evidencias neotectónicas de la falla, visibles en la geología de campo y en la interpretación de imágenes aéreas o satelitales. Estas evidencias fundamentalmente son del Mioceno hasta el Plioceno y es muy difícilmente encontrarlas de la época más reciente, lo cual no se tendría la herramienta para decir si la actividad se mantiene o si cesó.

La industria del petróleo viene aplicando la exploración sísmica, una técnica con una tecnología muy desarrollada, para obtener imágenes del subsuelo de alta resolución, tanto que es como tomarle una foto al subsuelo sin tener que perforar. Si se obtuviera imágenes de alta resolución someras, sobre depósitos de roca reciente, se podrían ver si los estratos se encuentran o no dislocados. Un evento tectónico posterior a la deposición de un sedimento reciente generaría dislocación de los estratos y estos pueden ser vistos en secciones sísmicas de reflexión 2D, caso contrario que no se hayan producido eventos tectónicos posteriores los estratos se mantendrán sin dislocación, lo que haría pensar que es posible que la actividad de la falla cesara. En este trabajo se mostrará un caso ejemplo del estudio de la falla regional de Bucaramanga, en el área de Piedecuesta (Colombia) donde se realizaron 4 líneas sísmicas, 2 líneas de refracción y 2 líneas de reflexión. Estos datos fueron adquiridos paralelamente y perpendicularmente a la falla de Bucaramanga, usando equipo de adquisición de datos sísmicos de 32 canales y tasas de muestreo de 0.25 milisegundos. Como fuente se utilizó una barra de 18 libras, el arreglo de los geófonos se basó en la técnica de la ventana óptima y el offset óptimo de Hunter (1984). Los archivos fueron guardados en formato SEG-Y y se procesaron con ayuda del software Promax en el Instituto Colombiano del Petróleo de ECOPETROL, a los datos se les aplicó las secuencias básicas de procesamiento de pre-apilamiento y apilamiento para mejorar las secciones sísmicas. Obtenidas las imágenes se interpretaron y correlacionaron con la geología de campo y se observó

dislocación sobre el estrato somero producido por la falla de Bucaramanga. Estos resultados mostraron la geometría somera de la falla y la prueba reina que la falla de Bucaramanga continúa activa y se convierte en un riesgo para los 1,5 millones de habitantes que viven en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga.

EG-20

APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA DE WIGNER-VILLE PARA IDENTIFICAR PATRONES ESTRUCTURALES EN DATOS DE GPR

Elizondo Samano Martha¹, Tejero Andrade Andrés² y Chávez Segura René¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM
maes112@yahoo.com.mx

En esta investigación, se realiza un análisis de frecuencia de tiempo, basado en la descomposición de la señal de GPR (Radar de penetración Terrestre) en alta y baja-frecuencias. Este proceso se combina con un enfoque estadístico para detectar cambios de señal en el tiempo y frecuencia simultáneamente. El análisis espectral se realiza a través de la distribución de Wigner-Ville (WVD). Se calcula una correlación cruzada entre la señal original y los componentes de tiempo de frecuencia para obtener estructuras en la información provista por GPR y realizar una correlación con la geología disponible. Se describen las aplicaciones a tres ejemplos teóricos que representan: Una capa horizontal, una tubería y una falla. Se obtienen las firmas correspondientes en el dominio tiempo-frecuencia. Finalmente se muestra una aplicación real en una zona de prueba controlada para la detección de estructuras previamente conocidas, en particular la localización de un barril metálico. Se realiza una reinterpretación de un estudio de localización de túneles coloniales en la Cd de Morelia, Mich. y se prueba esta metodología. Los resultados obtenidos son interesantes respecto de la posibilidad de localizar este tipo de estructuras.

EG-21

DETECCIÓN DE TUBERÍAS CON LOS MÉTODOS MAGNÉTICO Y DE GEORRADAR PARA UN PROYECTO DE TÚNEL

Vázquez Contreras Adolfo y León Sánchez Paul Daniel

Comisión Federal de Electricidad
adolfo.vazquez@cfe.gob.mx

En la construcción de túneles para suministro o recolección de aguas en zonas urbanas es importante, además del conocimiento de las propiedades físicas y espesores de los materiales que van a ser removidos - las que pueden ser determinadas por los métodos eléctricos y sísmicos- la detección de tuberías e infraestructura subterránea que pudiera representar un obstáculo y peor aún un riesgo para los trabajos de remoción de materiales. El método magnético y el de georradar son métodos cuya aplicación es efectiva para esta aplicación. Se presentan algunos ejemplos para un estudio donde el método magnético tuvo el mayor peso para cubrir el perfil del trazo de la obra y el georradar se utilizó solo en zonas específicas. Se detectaron 85 anomalías a profundidades entre 1 y 7 m, muchas de las cuales fueron corroboradas.

EG-22

ESTUDIO DE RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE EN ZONAS CÁRSTICAS EN P.H. JILIAPAN

García Pérez Leticia

Comisión Federal de Electricidad
maglpg@yahoo.com.mx

La construcción de la cortina del proyecto Jiliapan sobre el río Moctezuma, requieren de estudios geofísicos para la localización de bancos de materiales. En el presente trabajo, se describen los resultados sobre la aplicación de la tecnología de los radares de penetración terrestre (Ground Penetrating Radar, GPR) en el poblado de Pacula Hgo., en zonas estudiadas para bancos de materiales de arcillas que están localizados en zonas cársticas, con el fin de confirmar su existencia y caracterizar su espesor, distribución espacial, estructura interna y discontinuidades, así como para evaluar la existencia de oquedades y analizar la calidad de la roca en los bancos. Los perfiles de GPR obtenidos muestran la respuesta de los reflectores, en zonas de disolución cárstica.

EG-23

CÁLCULO DE RESPUESTAS ELECTROMAGNÉTICAS TRANSITORIAS DE ESTRUCTURAS 3-D: PRIMEROS RESULTADOS

Flores Luna Carlos

División de Ciencias de la Tierra, CICESE
cflores@cicese.mx

Se implementó un programa para el cálculo de los campos electromagnéticos transitorios producidos por distribuciones tri-dimensionales (3-D) arbitrarias de la

resistividad del subsuelo. La fuente de estos campos puede ser cualquiera de las usadas en exploración geofísica (bipolo eléctrico, dipolo eléctrico o magnético, espira de forma arbitraria, entre otros). El método de solución, propuesto por Wang y Hohmann (1993), trabaja con pasos en tiempo de las ecuaciones de Maxwell en una rejilla tambaleante (staggered), aproximando las derivadas espaciales y temporales con diferencias finitas centrales. La solución calcula las tres componentes de los campos eléctricos y magnéticos en todos los puntos de la rejilla irregular. Las condiciones de frontera son: componentes tangenciales del campo eléctrico nulas en los límites del modelo, una condición no homogénea de Dirichlet en la superficie y la especificación de todos los campos en un tiempo inicial. Estos campos fueron calculados con el algoritmo de Boerner y West (1989). Para reducir la dispersión numérica de los campos, este tiempo inicial tiene que definirse varias décadas antes que el rango temporal usado comúnmente en la exploración, lo cual incrementa notablemente el tiempo de cómputo. En esta solución se necesitan conocer las dos componentes horizontales del campo magnético (b_x y b_y) en el aire. Para evitar discretizar el aire, se aprovecha que en el aire los campos magnéticos cumplen con la ecuación de Laplace, tal que b_x y b_y se pueden calcular a partir de la componente vertical (b_z) en el aire. Esto implica la aplicación de la transformada rápida de Fourier a b_z en la superficie, una continuación hacia arriba, un filtraje en el dominio del número de onda y el regreso al dominio del espacio para determinar b_x y b_y en el aire. En cada paso de tiempo este es el proceso numérico que consume más tiempo de cómputo. Se presentan resultados de la simulación de un sondeo TEM central con una espira cuadrada de 15 m de lado. El modelo es un semiespacio homogéneo de resistividad 300 ohm m, lo cual permite evaluar su solución cuasi-analítica con la solución 3-D.

EG-24

MODELACIÓN 3D DE DATOS MAGNÉTICOS APLICADO A UN ESTUDIO DE CASO EN UN SITIO ARQUEOLÓGICO DEL ESTADO DE TLAXCALA, MÉXICO

Argote Espino Denisse¹, Tejero Andrade Andrés², Chávez Segura René³ y López García Pedro⁴

¹Instituto de Geología, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Escuela Nacional de Antropología e Historia
efenfi@yahoo.com

La aplicación de los métodos geofísicos para investigar sitios arqueológicos comúnmente se ha realizado de forma cualitativa, aplicando sólo algunos filtros para el realce de los datos desplegados. Esto sólo nos da una forma limitada de estudiar la información obtenida. En este trabajo se propone utilizar métodos de modelación matemática de datos obtenidos en levantamientos magnéticos para la reconstrucción de la geometría y determinación de las profundidades de estructuras de interés arqueológico. Esto se logra a partir de la estimación de los valores de los momentos magnéticos de los materiales enterrados a través de una aproximación por medio de dipolos individuales ponderados de acuerdo a su profundidad. Este cálculo se realiza a través de un proceso de inversión por mínimos cuadrados para sistemas lineales resolviendo la matriz inversa generalizada por medio de la descomposición de valor singular. Esto permite la reproducción de la componente total del campo magnético utilizando una malla tridimensional de dipolos magnéticos ubicada en el centro de la anomalía. De esta forma se obtiene una mejor idea de la distribución y geometría de los cuerpos subyacentes, que en este caso fueron restos arqueológicos.

Para la comprobación del método, se trabajó tanto con cuerpos sintéticos como con ejemplos reales. El ejemplo estudiado para el caso real fue el de Los Teteles de Ocotilla, sitio arqueológico compuesto en su mayoría por varias terrazas artificiales con evidencia de ocupación humana, probablemente contemporáneo al período teotihuacano del clásico temprano. Aquí se realizó un estudio de campo magnético de alta resolución en las terrazas denominadas como M1, M3 y M5, modelándose una anomalía magnética predominante de cada una de las terrazas estudiadas. La comprobación de los resultados obtenidos en la inversión se obtuvo por medio de excavaciones arqueológicas, las cuales demostraron la efectividad del método. La investigación aquí realizada demuestra la utilidad de los métodos geofísicos para la identificación de estructuras arqueológicas; los ejemplos trabajados nos ofrecen una amplia perspectiva de los alcances del método de inversión para caracterizar adecuadamente los cuerpos que producen las anomalías magnéticas estudiadas, tanto en extensión como a profundidad.

EG-25 CARTEL

PROSPECCIÓN MAGNETOMÉTRICA EN PROYECTO HIDROELÉCTRICO JILIAPAN

Vázquez Contreras Adolfo y García Pérez Leticia
Comisión Federal de Electricidad
adolfo.vazquez@cfe.gob.mx

En el presente trabajo se reportan las actividades geofísicas preliminares desarrolladas para el Proyecto Hidroeléctrico Jiliapan en el estado de Hidalgo. La localización de cuerpos y zonas de fracturamiento en el área del proyecto que pueden representar inconvenientes durante la construcción de las obras es de suma importancia por lo que se requiere la aplicación de varios métodos geofísicos. Con el

objetivo de complementar los estudios geofísicos de SEV, MT y sísmica de refracción en el proyecto Jiliapan, se estudiaron algunos perfiles magnéticos para localizar estructuras geológicas no aflorantes en esta zona, así como contribuir a la ubicación de estructuras como diques intrusivos, huecos, cavernas, zonas muy fracturadas y analizar las anomalías que se correlacionen con las anomalías de los otros métodos geofísicos empleados antes mencionados.

EG-26 CARTEL

CÁLCULO DE LA RESPUESTA DE SUSCEPTIBILIDAD APARENTE DE UNA ESFERA

Esparza Hernández Francisco Javier
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
fesparz@cicese.mx

Considerando una esfera conductora y permeable en un campo magnético uniforme de cierta frecuencia, es posible resolver las ecuaciones de Maxwell para encontrar el campo magnético fuera de la esfera. A bajas frecuencias la parte real del campo magnético es proporcional a la susceptibilidad magnética de la esfera y la parte imaginaria es proporcional a la conductividad eléctrica de la esfera y a la frecuencia. Para encontrar la susceptibilidad aparente de la esfera, tomamos el límite cuando el producto de la constante de propagación y el radio de la esfera tiende a cero, las funciones resultantes no dependen de la frecuencia ni de la conductividad de la esfera, pero sí dependen del radio de la esfera y de la susceptibilidad de la esfera. La expresión final de la susceptibilidad aparente es una función sencilla. En este trabajo se presentan resultados en forma de perfiles, también se presentan resultados variando la susceptibilidad de la esfera, así como su radio y profundidad.

EG-27 CARTEL

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA DE LAS GRUTAS DE XOAXI

Hernández Hernández Edilma, Cázares Zurita Paola Edith,
Guevara Caudillo Fernando y Zavala Paredes José Giovanni
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN, Ticomán
amilde61287@hotmail.com

La realización del presente trabajo se llevó a cabo como una práctica profesional de exploración geofísica durante el mes de marzo del 2008 en la localidad conocida como "Grutas de Xoxafi" ubicadas en el municipio de Santiago de Anaya, a una altitud de 2020 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 20°23'00" de Latitud Norte y 98°58'01" de Longitud Oeste, el cual se localiza al centro del Estado de Hidalgo.

El objetivo principal fue conocer el tipo de material y las formas estructurales que se encuentra en el subsuelo de la zona de estudio, así como delimitar cuerpos anómalos (caverna), empleando métodos geofísicos, entre los que se encuentran: Gravimetría, Magnetometría, Geoelectricidad y Registros Radioactivos.

Los datos se tomaron sobre 5 líneas de 350 m cada una separadas 50 m, en las cuales se marcaron 6 estaciones separadas 50 m entre ellas, cubriendo una superficie de 70,000 m².

El equipo utilizado fue: un gravímetro marca Scintrex modelo CG-3M, el magnetómetro marca Scintrex modelo EnviMag, un resistivímetro marca Scintrex modelo Geopulse y un espectrómetro de rayos gama marca GF Instruments modelo GRM-260.

Los datos obtenidos en campo fueron procesados en gabinete, obteniendo los planos de Anomalía de Bouguer, Residual Gravimétrico, Anomalía Magnética, Gráficas de SP y el plano de Radioactividad Total.

A partir de los mapas anteriores se pudo determinar la litología del subsuelo, que corresponde a rocas calcáreas y material sedimentario tipo aluvión. Así mismo se pudo comprobar la existencia y dimensiones de la caverna.

EG-28 CARTEL

RESPUESTA GPR DEL SUBSUELO A DIFERENTES CONFIGURACIONES DE ANTENAS

Villela y Mendoza Almendra¹, Romo Jones José Manuel¹ y Lázaro Mancilla Octavio²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

²Universidad Autónoma de Baja California
avillela@cicese.mx

Las antenas usadas en GPR pueden configurarse para "iluminar" el terreno con dos polarizaciones distintas, en una de ellas el campo eléctrico es perpendicular al perfil de medición (modo TE), en la otra el campo eléctrico es paralelo a la línea (modo TM).

En este trabajo los sitios de prueba fueron dos uno realizado en el pasillo de la planta baja del edificio de ciencias de la tierra de CICESE en donde el objetivo fue ubicar un laboratorio que se encuentra en el sótano y el segundo sitio fue en el valle de Mexicali cuyo objetivo era la localización de una falla, en cada sitio se realizaron dos levantamientos con arreglos de antenas en broadside en paralelo

y en perpendicular, esto con el objetivo de comparar los datos obtenidos para poder definir relaciones de resolución de reflectores entre un tipo de objetivo y una configuración dada.

En los levantamientos del pasillo podemos observar que se delimita el laboratorio de sismología que se encuentra en el sótano y se define mejor con la configuración de antenas en paralelo. En el segundo caso se ve la falla mas claramente con los datos tomados con la configuración perpendicular que con la configuración en paralelo.

EG-29 CARTEL

MODIFICACIÓN DE MAGNETÓMETRO FLUXGATE SCINTREX MF-1 QUE PERMITE LECTURAS DIGITALES

Brasseea Ochoa Jesús María
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jbrasseea@cicese.mx

Los principios de funcionamiento de muchos de los nuevos equipos de exploración geofísica son los mismos usados en las 2 últimas décadas solo que incluyen innovaciones tecnológicas en hardware y software que los hacen más versátiles, como son: automatización de mediciones, almacenamiento de datos en memoria, despliegue grafico en pantalla, preprocesado, etc.

Muchos de los equipos de exploración geofísica que se construyeron hace más de 15 años aun trabajan en forma aceptable, la gran mayoría incluyen un medidor analógico de aguja (galvanómetro) para mostrar el valor medido.

Una actualización sencilla para estos equipos es la sustitución del galvanómetro por un medidor digital que permita la fácil lectura de estos valores.

En este trabajo presentamos la adaptación a un magnetómetro fluxgate Scintrex MF-1 con daño en el galvanómetro por golpe en una caída en campo.

EG-30 CARTEL

ESTUDIO GEOFÍSICO EN EL ÁREA DE COLAPSO DE LA JUNTA AUXILIAR DE LA LIBERTAD, PUEBLA

Cruz Flores Berenice, Gallardo Zepeda Gabriela y Castillo Román José
Centro Universitario para la Prevención de Desastres, BUAP
ereb_cruz@hotmail.com

La junta auxiliar de la libertad se encuentra ubicada al NE de la capital del estado de Puebla. En dicha junta auxiliar, el 26 de septiembre del 2005 se origino un colapso, por de bajo de 2 casas en la calle 3 sur con el número 118.

Debido a esto se realizo un estudio geofísico, donde se utilizo la técnica de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), principalmente en la parte NW de la junta auxiliar, la cual abarca cuatro cuadrantes, el levantamiento se llevo acabo sobre 6 líneas o secciones.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante los programas IPI2win (Lite), en el cual se realizaron los modelos geoelectricos con el Arreglo electrodico Schlumberger, con el Surfe 8 nos ayudo a determinar los perfiles de iso-resistividad, y con ayuda del Autocad 2009 se realizaron los mapas geoelectricos y los mapas geológicos.

Con los datos procesados, se pretende determinar si los hundimientos que se registraron en la junta auxiliar de La Libertad son fracturas de la superficie o debido a cavernas por la presencia de material arcilloso en la zona, el cual pudo haber interactuado con corrientes de agua, tanto naturales y como producto de fugas en drenajes.

Conforme a los resultados de la primera interpretación, a parte de ayudarnos a ubicar las partes vulnerables, tanto como las afectadas, también será una base para poder aplicar otros métodos de mayor precisión, para definir la resolución de la litología y profundidad.

Otro de los objetivos importante de dicho estudio es que ya ubicadas las zonas vulnerables latente a nuevos hundimientos se procederá a realizar programas de prevención en las zonas afectadas.

EG-31 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE FALLAS Y ESTRUCTURAS SOMERAS USANDO TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SÍSMICA

Vergara Huerta Filiberto¹, Arciniega Ceballos Alejandra¹, Cabral Cano Enrique², Díaz Molina Oscar², Hernández Quintero Esteban², Garduño Mornoy Víctor Hugo² y Avila Olivera Jorge Alejandro²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
maac@geofisica.unam.mx

La aplicación del método de Tomografía de Refracción Sísmica dentro de la exploración arqueológica y geológica es escasa. Con el objetivo de exponer la

versatilidad del método para localizar y caracterizar estructuras en el subsuelo como fallas y estructuras geológicas a menos de 10 m de profundidad, se presentan los resultados de los modelos de velocidades sísmicas de dos casos de estudio: el primero refiere las fallas asociadas a la actividad tectónica y la subsidencia que a su vez es efecto del exceso de extracción de agua del subsuelo y la acelerada expansión de la Cd. de Morelia, Michoacán.

Este método permitió definir las características de continuidad de la traza en superficie y área de influencia a profundidad y lateral, rumbo, echado y salto de las fallas Torre Molinos, La Colina, Chapultepec, Cuautla y La Soledad.

El segundo caso describe las estructuras geológicas someras en la zona arqueológica y paleontológica del poblado de San Miguel Tocuila, Texcoco.

En Tocuila se corroboró la existencia de estructuras como paleocanales y montículos asociados a hallazgos paleontológicos de megafauna, se definió su extensión, localización y distribución a profundidad.

La adquisición de los datos se llevo acabo con un sísmógrafo StrataView NZ, 48 canales con geófonos verticales de 14 Hz, como fuente puntual se utilizó un marro de 8 Kg junto con una placa de metálica de 3 cm de espesor. El procesamiento y modelado de los datos se llevo acabo con los módulos de Pickwin y Plotrefra del software SeisImager 2.0. Los levantamientos consistieron de perfiles que cubren la superficie de interés con geófonos equiespaciados entre 1 y 2 m de extensión variable según el caso. Para la exploración de fallas todos los perfiles se orientaron perpendicularmente a su traza. En el caso de las estructuras en Tocuila el arreglo se ajusto de acuerdo a la accesibilidad del lugar y el objetivo. La propuesta metodológica en este estudio demuestra la aplicabilidad y potencialidad del método sísmico para dar solución a los problemas de administración del uso de suelo.

EG-32 CARTEL

ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 2D Y 3D PARA CARACTERIZAR ESTRUCTURAS COMPLEJAS EN ZONAS URBANAS

Urbieto Gómez Javier¹ y Marcuello Pascual Alejandro²

¹Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Departamento de Geodinámica y Geofísica, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona
ugj000@cancun.fi-a.unam.mx

La tomografía de resistividad eléctrica es una técnica de inversión que genera imágenes de la distribución de la resistividad dentro de un volumen, basado en la medición de numerosos potenciales eléctricos que aparecen debido a la aplicación de una corriente estacionaria dentro del mismo volumen. Las imágenes creadas son superficies bidimensionales o volúmenes tridimensionales que reflejan contrastes de resistividad existentes dentro del medio los cuales se pueden asociar a estructuras o anomalías de interés geológico, ambiental o geotécnico.

Debido a la complejidad que presentan las zonas urbanas en este trabajo se llevaron a cabo tres estudios diferentes aplicando esta metodología.

El primero, se realizo con Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D en pozo en una zona de delta en los alrededores del aeropuerto de Barcelona, España, con el fin de identificar diferentes unidades geológicas utilizando un equipo SYSCAL PRO (IRIS Instruments), un arreglo dipolo-dipolo (AM-BN) y la configuración pozo a pozo. La inversión de los datos de resistividad aparente fue realizada con el programa de inversión RES2DINV. La imagen eléctrica define de manera clara tres diferentes interfases que se correlacionan bien con las unidades geológicas a pesar de que la zona no presenta mucho contraste de resistividad.

El segundo y tercero se hicieron con Tomografía de Resistividad Eléctrica 3D en superficie utilizando un sistema STING and SWIFT R1-IP (Advanced Geosciences Inc.) y la inversión de los datos de resistividad aparente se realizo con el programa RES3DINV.

La finalidad del segundo estudio fue mapear un posible túnel en la zona oriente de la ciudad de México. La adquisición de datos se llevó a cabo con un arreglo dipolo-dipolo (AB-MN). El análisis de la distribución de las resistividades se realizo con un cubo de resistividad el cual muestra claramente el trazo, profundidad y extensión del túnel sobre las calles y casas.

Por último el tercer estudio, tuvo la finalidad de mapear zonas del subsuelo relacionadas con hundimientos diferenciales los cuales han propiciado deformaciones superficiales y consecuentemente la ruptura de banquetas, pavimentos e instalaciones hidráulicas en la zona norte de la ciudad de México. La adquisición de datos se llevó a cabo con un arreglo wenner-schlumberger. El cubo de resistividad muestra claramente la localización de las posibles anomalías causantes de estos hundimientos.

Las secciones 2D y cubos de resistividad fueron configuradas para su interpretación final con los programas Surfer (2D) y Voxler (3D).

EG-33 CARTEL

EFFECTOS 3D EN MODELOS 2D EN RESISTIVIDAD

Pérez Flores Marco Antonio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 mperez@cicese.mx

Se tomaron en un apar de areas de estudio, datos de Dipolo-dipolo, Schlumberger 2D y Wenner 2D. Se hizo la inversión bidimensional y se obtuvieron los modelos para cada grupo de datos. Se observa que hay rasgos

que son comunes y otros que no corresponden. Finalmente se hace inversión conjunta de los tres grupos de datos y vemos cuales rasgos son los predominantes con los modelos de inversión individual.

Tambien se corre un experimento con un arreglo 3D en forma Helicoidal con 28 electrodos. Se realiza la inversion 3D y se obtiene el modelo. Como los datos

2D fueron tomados dentro del area de los datos 3D. Podemos comparar el modelo

2D y 3D en la zona del perfil bidimensional. Hacemos inversion 3D incorporando los datos 2D y obtenemos un modelo 3D mejorado. Comparamos en la zona del perfil 2D, los modelos bidimensionales y tridimensionales mejorados.

Esto con el fin de ver que tan confiable es una inversión 2D como nos la arroja un programa de inversión 2D convencional.

EG-34 CARTEL

**INTEGRACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS PARA EL
 ESTUDIO DE SEDIMENTOS CUATERNARIOS EN LA CUENCA
 DEL VALLE CEDRAL-MATEHUALA, SAN LUIS POTOSÍ**

García Lerma Dora Lizeth
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
 vyutis@fct.uanl.mx

Este estudio integra los métodos gravimétrico y eléctrico con el fin de determinar las estructuras cuaternarias las cuales tienen una aplicación práctica importante para el valle localizado entre la Sierra Catorce y la Sierra Azul, dentro de la cual se localizan diversas poblaciones entre las que destacan: Matehuala y Cedral, en San Luis Potosí.

Los estudios de estructuras sedimentarias cuaternarias en esta área pueden tener una aplicación práctica importante debido a los problemas hidrogeológicos que prevalecen en la zona del altiplano potosino.

Se presenta el resultado de un proceso de simulación de anomalías gravimétricas para poder establecer la separación entre puntos de cada perfil, con dicha simulación se pudo observar que para diferencias de densidad de 0.1g/cm³ se produce una anomalía de 1mGal, en cambio, cuando se presentan variaciones en el espesor, se observan anomalías a razón de 2mGal cada 100m aproximadamente. De la misma manera se efectuó la simulación para el método eléctrico con el fin de conocer la metodología y el comportamiento de los datos observados en campo, además, dio a conocer que para estudiar el paquete sedimentario correspondiente a esta cuenca se requieren aperturas AB/2 no menores a 1000m.

Se realizó el levantamiento gravimétrico obteniendo 120 lecturas distribuidas en 3 perfiles; así como un estudio eléctrico el cual comprende 3 perfiles constituidos por 14 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), dichos datos fueron procesados e interpretados, obteniendo una serie de modelos gravimétricos ajustados a líneas de interferencia de continuaciones del campo así como de resultados eléctricos.

Finalmente se generó un modelo integral para cada perfil, donde se propone una capa de sedimentos cuaternarios de espesor aproximado a 250m con variaciones locales, mostrando algunos cambios en su densidad y resistividad asociados a la porosidad y saturación de dicho aluvión.

EG-35 CARTEL

**ANÁLISIS DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS PARA LA DETECCIÓN
 DE ESTRUCTURAS MEDIANTE EL USO DE ESPECTROGRAMAS**

Gres Hernández Geovani, Hernández Quintero Esteban y Cifuentes Nava Gerardo
Instituto de Geofísica, UNAM
 gresss@gmail.com

Se presenta la interpretación de anomalías magnéticas mediante el análisis armónico de la intensidad total (F) del campo magnético terrestre, con el fin de identificar estructuras por debajo de la superficie. Se utilizó la información adquirida en campo de una forma específica para poder obtener mallas de datos equidistantes. Se presenta en este trabajo, la base de datos que consta de aquellos obtenidos en Teoloyucan, Estado de México (2009), Texcoco, Edo. de México (2007), Coeneo, Michoacán (2009), Nautla Veracruz (2009), y Ensenada, B.C. (2008).

Los datos de campo fueron corregidos y sometidos a los controles de calidad adecuados para su proceso posterior; el cual consintió en obtener los espectrogramas de amplitud en un sistema cartesiano sobre las direcciones X

(Este-Oeste) y Y (Norte-Sur). Se aplicó la Transformada Discreta de Fourier en el dominio del espacio, obteniendo una función en el dominio del número de onda.

Los algoritmos de las distintas etapas de éste trabajo, se desarrollaron en la plataforma MATLAB. Entre otros, el ambiente gráfico de despliegue, las transformaciones correspondientes, cálculo del número de onda y los espectrogramas.

Se aplicó este método a los datos geofísicos obtenidos en Texcoco paralelamente con datos sísmicos de refracción y de Radar de Penetración Terrestre (GPR). Los datos de magnetometría se compararon y al correlacionar las firmas magnéticas mediante el espectro de amplitud en entre las dos direcciones es posible ubicar estructuras subterráneas.

En otros levantamientos se confirmó la respuesta del método a condiciones de gradientes muy suaves, donde se observó asimismo una respuesta suave en el dominio del número de onda.

El método se presenta como una alternativa a los procesos de de realce y de corte que usualmente se aplican a datos potenciales y en particular a los datos magnéticos, estableciendo así, nuevas alternativas en el análisis de datos en la exploración geofísica.

EG-36 CARTEL

**ESTUDIO GRAVIMÉTRICO EN ISLA SOCORRO, ARCHIPIÉLAGO
 DE REVILLAGIGEDO, OCEANO PACÍFICO ESTE**

Pavón Moreno Julio Alberto, Escorza Reyes Marisol,
 Pérez Cruz Ligia y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
 ig.juliopm@gmail.com

Resultados de un estudio gravimétrico en el sector sureste de la Isla Socorro en el Océano Pacífico son presentados. Las islas volcánicas como la Isla Socorro, son edificaciones volcánicas que datan de millones de años, y sólo una pequeña parte de su historia eruptiva es conocida a través de los afloramientos, pero con ayuda de los datos arrojados por estudios geofísicos podemos obtener una mejor aproximación de las edificaciones volcánicas y sus estructuras en el subsuelo. Socorro es la más grande de las cuatro islas que forman el Archipiélago de Revillagigedo, el cual está localizado en el sector norte de la dorsal de los Matemáticos y la zona de fractura de Clarión en la placa del Pacífico. La Isla Socorro está formada por un gran escudo volcánico basáltico, con un cono volcánico subaéreo llamado Monte Evermann, el cual alcanza los 1400 m. s. n. m. Los productos volcánicos son principalmente silice-peralcalina, dando a Revillagigedo un carácter único, de entre todas las islas volcánicas de la placa del Pacífico. Dentro de los objetivos de este estudio se encuentra procesar los datos obtenidos en Isla Socorro, con el fin de definir y caracterizar las anomalías gravimétricas presentes en la isla, para investigar su estructura cortical, en base a los modelos gravimétricos y proponer una estratigrafía volcánica de la Isla. Anomalías gravimétricas de Bouguer son observadas cerca de la cima del monte Evermann y en la parte central de Lomas Coloradas, con valores de entre 24 y -2 [miligales]. El Modelado directo 2.5, muestra un basamento andesítico, que alcanza aproximadamente los 200 m, cubierto de unidades basálticas peralcalinas. El volcanismo subaéreo está dividido en tres grupos: precaldera, sincaldera y postcaldera. La etapa postcaldera continúa en el presente con actividad submarina e intensa actividad hidrotermal en la cima del volcán.

EG-37 CARTEL

**ANÁLISIS GEOFÍSICO-GEOQUÍMICO PARA DETERMINAR
 LA INTERFACE AGUA DULCE-AGUA SALADA EN LA ZONA
 COSTERA DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS GUERRERO**

Tobón Bazán Auneer¹, Espinosa Nuria¹, Campos Castan
 Juan¹, Milán Saúl², Camargo David² y Barco Bazán Iván Omar¹
¹EPYESSA
²Instituto Politécnico Nacional
 auneer@yahoo.com.mx

En el área de estudio se realizó un análisis geofísico-geohidrológico para delimitar las zonas de intrusión salina así como la problemática que pueden sufrir los pozos que abastecerán de agua potable la zona de costa de el municipio de san marcos y su nuevo desarrollo turístico. Para cumplir con el objetivo se aplicaron las técnicas de ingeniería como son geología, geofísica, geohidrología e hidrogeoquímica para resolver el problema planteado, la zona de intrusión salina, profundidad de los estratos saturados de agua dulce y salobre, permeabilidad, dirección de la intrusión, sitios factibles de explotación de agua dulce y nuevas zonas de exploración para su mayor captación. Se realizó un modelo de extracción de agua potable de los ríos cercanos a la zonas de desarrollo. En la exploración Geofísica fue empleada la técnica de Sondeo Eléctricos Verticales (SEV's). Al integrar este método indirecto con las otras técnicas utilizadas se generó un modelo conceptual de la intrusión salina observada en la zona de estudio y zonas sin intrusión.

EG-38 CARTEL

MEDICIONES DE GRADIENTE DE CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL CAMPO DE EXPERIMENTACIÓN GEOFÍSICA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UANL, LINARES, N.L.

Villarreal Uribe Ana Lilia, Méndez Delgado Sóstenes y Garza Rocha Daniel
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
 alvu_87@hotmail.com

La interpretación de datos geofísicos generalmente se realiza a través del modelado directo o la inversión de datos. En el modelado directo se dan por conocidos los parámetros del modelo y se calcula la respuesta que se produciría ante un fenómeno físico (magnético, por ejemplo). Generalmente, dichos datos (sintéticos) son utilizados como información para probar algoritmos numéricos de inversión de datos, donde a través de ellos se busca un modelo que ajuste a dichos datos. Otra manera de probar tanto algoritmos de modelado como de inversión de datos es recurrir al modelado físico por medio de campos de experimentación, en los cuales se tengan cuerpos bajo la superficie terrestre en condiciones controladas.

En el año 2006 se realizó la adecuación de un campo de experimentación geofísica en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, campus Linares, con dos finalidades: la primera académica; y la segunda de investigación. El campo de experimentación geofísica consiste de una superficie de 400 metros cuadrados, bajo la cual fueron ocultados objetos diversos a varias profundidades. Entre los cuerpos enterrados se tienen: a) dos tanques de plástico con capacidad de 200 litros, uno de ellos lleno con agua y hielo seco, y el otro vacío; b) un tanque de fierro lleno de objetos de metal; c) dos láminas metálicas. También se enterraron tubos de PVC. La intensidad del campo de experimentación es realizar pruebas para modelado de estructuras 2-D, 3-D y placas inclinadas. Según los tipos de cuerpos sepultados, se pueden utilizar los métodos magnetométrico, gravimétrico y geoelectrónico para descubrir su posición.

Se realizaron mediciones de Campo Magnético Total en la modalidad de Gradiente en 4 perfiles de 20 metros, con una separación entre mediciones de 0.5 metros. Dichos perfiles pasan sobre o cerca de los cuerpos metálicos (tanque y láminas). Estas mediciones fueron realizadas con el magnetómetro de Campo Total de precisión de protones, marca Geometrics, modelo G-865AX, que tiene una resolución de 0.1 nT y una precisión de 0.5 nT.

En este trabajo se muestran los resultados de las anomalías obtenidas, de las cuales se puede corroborar la presencia de los cuerpos metálicos. Utilizando un algoritmo numérico para el cálculo de las anomalías magnéticas producidas, se pudo comprobar la polaridad y amplitud de las mismas.

EG-39 CARTEL

LA INTERPRETACIÓN AEROMAGNÉTICA COMO AUXILIAR EN LA PROSPECCIÓN MINERA EN LA ZONA DE PEÑA DE BERNAL, ESTADO DE QUERÉTARO

López Loera Héctor¹, Rodríguez Montes Dante² y González Rivera Daniel³

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

²Compañía Minera Peña de Bernal, S.A. de C.V., Unidad San Martín

³Posgrado en Geociencias Aplicadas, IPICYT
 hilopezl@ipicyt.edu.mx

Se presentan los resultados de un reprocesamiento y una reinterpretación de un vuelo aeromagnético de detalle ejecutado con helicóptero Bell 206 LongRanger por la compañía McPhar Geosurveys Ltd a mediados de 2005, el cual consistió en realizar líneas de vuelo espaciadas cada 100m con una dirección N-S y líneas de control cada 1000m E-W, voladas todas a una altura del sensor de 30 metros sobre el nivel del terreno. En total se volaron 2,474 kilómetros lineales cubriendo un área aproximada de 210 km². La elevación del terreno varía de 1900 metros hasta más de 2500 m.

La mineralización está constituida por estructuras tabulares de origen hidrotermal que fueron rellenadas por mineralización de Au y Ag, y está encajonada en calizas y lutitas de la formación Soyatal-Mexcala. La mineralización metálica consta de oro libre de textura esquelética, electrum, naumanita, tetraedrita, pirita y calcopirita como minerales primarios; partzita, clorargirita, malaquita, hematita y goethita-limonita como minerales secundarios. Las fallas se muestran también como zonas de contacto entre las diferentes unidades geológicas que son principalmente volcánicas, siendo la Ignimbrita El Matón y la Andesita San Martín las que mas expresión superficial tienen, estando en ocasiones cubiertas por avalanchas de escombros y lahares.

El reprocesamiento de la información aeromagnética consistió principalmente en aplicar filtros matemáticos (pasa bajos, pasa bandas, no lineales, buterworth, derivadas verticales, continuaciones, etc.) mediante el software Oasis-montaje de Geosoft™, los cuales permiten eliminar las frecuencias asociadas con el ruido (altas) y resaltar aquellas frecuencias asociadas con información de fondo (bajas). Una vez reprocesada la información se generaron mapas con los diferentes algoritmos matemáticos utilizados para "limpiar la información", los cuales fueron interpretados con la técnica de identificación de los Dominios AeroMagnéticos (DAM), la cual consiste en identificar en los mapas zonas que muestren valores similares de susceptibilidad magnética y asociarlos con una unidad geológica conocida.

Cada uno de los diferentes algoritmos matemáticos aplicados a los datos aeromagnéticos nos generaron respuestas no siempre iguales, lo que nos indicaba a veces, las mismas zonas de interés pero con diferentes dimensiones. El resultado final se realizó efectuando un aglutinamiento o mezcla de todas las zonas que mostraban cierto interés y escogiendo aquellas que más procesos así lo indicaran. De esta manera se identificaron siete DAM, interpretándose dos de ellos (I y II) asociados con mineralización que muestran superficies que van de los 0.285km² (1.24km x 0.23km) hasta 1.3km² (4.66 km x 0.28 km).

La interpretación aeromagnética también nos permitió identificar zonas de contacto y/o fallas y/o fracturamientos y en general la estructura geológica del subsuelo. Los lineamientos aeromagnéticos nos ayudaron a definir las zonas de fallas y/o fracturas, las cuales se ubican en toda la superficie estudiada. Existen dos direcciones preferenciales NW-SE y NE-SW. La mineralización está claramente asociada a los lineamientos NW-SE. Asimismo se interpretó la existencia de un intrusivo bajo la zona de estudio a una profundidad aproximada de 1 km asociada con una anomalía monopolar con dimensiones de 9.5 km en la dirección NW-SE y de 6.7 km en la orientación NE-SW.

EG-40 CARTEL

DECONVOLUCIÓN DE EULER EN 3D APLICADA A DATOS AEROMAGNÉTICOS SOBRE EL SEMIGRABEN DE AMECA

Aviña Ramírez Eduardo, Alatorre Zamora Miguel Angel y Rosas Elguera José
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara
 lalo_elec@hotmail.com

Se han digitalizado cuatro cartas aeromagnéticas escala 1:50 000 que cubren al semigraben de Ameca, al occidente de México, para obtener una base de datos en forma de matriz de 64 x 64 puntos, a distancias de 500 metros entre puntos. Las cartas aeromagnéticas se tomaron de la página en internet del Servicio Geológico Mexicano. De esta base de datos, que corresponde a la anomalía de campo magnético total, se han obtenido los gradientes en (x,y,z) (o primeras derivadas) mediante un software propio que resuelve la Ecuación de Poisson aplicando la Transformada de Fourier.

Con el fin primordial de definir estructuras tectónicas que correspondan al semigraben y que se hallan afectando a una gran cantidad de construcciones de la población de Ameca, se aplicó la deconvolución de Euler en 3D tanto a la anomalía de campo total como al campo reducido al polo, modificando la ventana de deconvolución y el índice estructural.

Los resultados generales muestran que, a mayor tamaño en la ventana de deconvolución, existe una menor dispersión de localizaciones de fuentes y una mejor alineación de las mismas. Un rasgo interesante resulta en la descripción aparente de dos zonas estructurales diferentes, una franja al norte y otra franja al sur, cada una con patrones posiblemente independientes. La estructura principal de un semigraben no se alcanza a apreciar; más bien, se definen estructuras casi norte-sur, con leves apariciones de estructuras oeste-este. En suma, las estructuras que corresponden a la anomalía magnética en el valle son de gran amplitud. Una inversión de la información habría de proporcionar un fuerte apoyo a estos resultados.

Los resultados de la deconvolución en 3D se apoyan en un análisis cualitativo de la anomalía de Bouguer compuesta obtenida para la misma zona, que muestra también alineaciones estructurales casi norte-sur, principalmente, con la aparición de estructuras de menores longitudes y direcciones NE-SW o NW-SE.

Sesión Regular

FÍSICA ESPACIAL

Organizador:

Alejandro Lara Sánchez

FE-1

DETECCIÓN DE PARTÍCULAS ENERGÉTICAS SOLARES CON EL MONITOR DE NEUTRONES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vargas Cárdenas Bernardo y Valdés Galicia José Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
 bernardo@geofisica.unam.mx

Se hizo una búsqueda de señales de eventos solares observados en la superficie terrestre (GLE's) en la base de datos de los conteos de cinco minutos del monitor de neutrones de la Ciudad de México empleando varias técnicas estadísticas. Debido a la alta rigidez umbral vertical del sitio (8.27 GV) y energía media de respuesta del instrumento (25 GeV), estos resultados pueden suministrar buena evidencia de la aceleración de partículas de altas energías por fenómenos eruptivos en la superficie del sol. Se presentan resultados preliminares acerca de tres eventos en donde se identificó una señal solar.

FE-2

PROPERTY OF ELECTROMAGNETIC RADIATION IN SPACE WITH RANDOMLY DISTRIBUTED EMITTERS

Burlak Gennadiy¹, Santaolaya Salgado Rene² y González García Moisés²

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos

²Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, CENIDET
 gburlak@uaem.mx

By Finite-Difference Time-Domain (FDTD) technique we study the field radiation of disordered emitters incorporated into three-dimensional (3D) spanning clusters for various spatial configurations. The problem, associated with the appearance of random clusters, is the problem of long-term field coherence for random distributed network of field emitters. The state of the field is described by Maxwell equations for electromagnetic fields that vary both in space and in time, and absorbing boundary conditions (ABC) are applied. In supercritical state, the field intensity is large enough to produce a dynamic high-density coherent field. The resulting state becomes different for lossless and lossy medium. For material with small losses the long-term coherence arises in the supercritical area close to the percolation threshold. With the increase of the emitters' probability the constructive or destructive field interference is generated. We show that as a result, the dynamic non-monotonic behavior of the field intensity raises and reaches some optimal value. Such effect can allow optimizing the properties of disordered electromagnetic inclusions with radiating emitters for random spatial structures.

FE-3

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LAS TORMENTAS ELÉCTRICAS EN LA COMPONENTE MUÓNICA Y ELECTROMAGNÉTICA DE LOS RAYOS CÓSMICOS OBSERVADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE EL AÑO 2004

Álvarez Castillo Jesús y Valdés Galicia José Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
 jac@geofisica.unam.mx

Se realizó un análisis de los efectos que provocan las tormentas eléctricas (TE) en la radiación cósmica observada en la superficie terrestre de la Ciudad de México, para lo cual se realizó una selección y tratamiento a los datos para quedarnos solo con los efectos atmosféricos, y de esta manera encontrar, si a estas latitudes, pueden observarse anomalías en la radiación cósmica debidas a los campos eléctricos. Para esto se tomaron dos series de tiempo: datos correspondientes a la TE y datos correspondientes a días quietos (sin TE), para poder compararlos, a estos se le realizaron filtrados, pruebas estadísticas, análisis de ondeletas, y pruebas de aleatoriedad. Se encontró que si hay un efecto presente en la componente Electro Magnética (EM) y Muónica (M), esto es, I. hay una contribución en frecuencia de corto período de algunos minutos (10 – 50 minutos) y II. Una contribución de frecuencia de largo período de algunas horas (2-5 hours) asociada a la lluvia.

FE-4

CATÁLOGO DE RADIOFUENTES DE CENTELLEO INTERPLANETARIO DETECTADAS POR EL MEXART

Mejía Ambríz Julio¹, Aguilar Rodríguez Ernesto², Carrillo Vargas Armando², González Esparza J. Américo², Villanueva Hernández Pablo¹ y Andrade Mascote Ernesto²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
 julio@ifm.umich.mx

El radiotelescopio de Centelleo Interplanetario de Coeneo, Michoacán, Mexican Array Radio Telescope (MEXART) es un instrumento de tránsito que despliega 16 beams a distintas declinaciones en el plano Norte-Sur. Esta enfocado a observar fuentes de radio estelares a 140 MHz. Su objetivo principal es detectar fuentes

que exhiban fluctuaciones en la intensidad observada como consecuencia de la dispersión de las ondas de radio provenientes de la fuente al pasar através de irregularidades en densidad del viento solar, fenómeno conocido como Centelleo Interplanetario (CIP). En esta presentación se muestra un primer catálogo de fuentes detectadas por el MEXART que se conoce exhiben CIP a frecuencias cercanas a la nuestra (178 MHz en el arreglo de Cambridge y a 327 MHz tanto en el ORT de India como en STELab de Japón) y que observamos con una buena relación señal a ruido (>4). Para determinar que efectivamente se observan las fuentes reportadas, se hizo una calibración de la directividad de los 16 beams partiendo de la observación de fuentes intensas que se encuentran a distintas declinaciones, una vez que se estima la declinación real de cada beam, se puede identificar una fuente a partir de su relación señal a ruido, hora de tránsito y declinación. De esta manera se ha determinado que fuentes se observan y se etiquetan con los nombres en los catálogos de los observatorios de Cambridge a 159 MHz y/o el de Culgoora a 160 MHz.

FE-5

CRATERES DE IMPACTO ELIPTICOS EN EL HEMISFERIO NORTE DE MARTE

Velázquez Sánchez Raúl y Cordero Tercero Ma. Guadalupe
Instituto de Geofísica, UNAM
 ravela@geofisica.unam.mx

Los cráteres de impacto en Marte, al igual que en otros planetas del Sistema Solar, se han utilizado para obtener información acerca de la edad relativa del planeta, propiedades de su corteza, presencia de volátiles, etc., así como para entender la física del craterismo de impacto. En los últimos años se ha visto que el ángulo de impacto es un factor importante en la morfología del cráter y de su eyecta así como en la producción de volátiles y la energía de los fragmentos arrojados. Esto tiene que ver a su vez con procesos tales como la formación de la Luna y el cambio climático debido a los materiales arrojados durante la formación del cráter.

Uno de los objetivos de este trabajo es obtener información sobre cómo se relaciona el ángulo de impacto con la morfología del cráter y de su eyecta. Otra de las metas es determinar una relación entre los tipos de eyecta y el terreno de emplazamiento del cráter.

Para llevar a cabo este estudio, se redujo la muestra a todos los cráteres de impacto elípticos de los terrenos amazonienses del hemisferio norte marciano. Los cráteres de impacto analizados en este estudio son un subconjunto del catálogo de cráteres de impacto elaborado por Nadine Barlow y colaboradores en 1987. Dicho catálogo contiene información de 42,283 cráteres de impacto mayores de 5 km de diámetro. El subcatálogo obtenido para este estudio consta de 89 cráteres elípticos.

Un primer análisis de estos cráteres tuvo que ver con la determinación del ángulo azimutal del eje mayor de los cráteres elípticos, el cual en principio era de esperar que fuese azaroso. Sin embargo, se encontró que hay direcciones preferenciales de entrada, posiblemente relacionadas con familias de asteroides que impactan el planeta.

FE-6

MODULACIÓN SOLAR DE LA COMPONENTE ELECTRÓNICA EN LA HELIOFUNDA

Caballero López Rogelio A.
Universidad Nacional Autónoma de México
 rogelioc@geofisica.unam.mx

Los Viajeros 1 y 2 han observado un incremento significativo en las intensidades electrónicas una vez que entraron a la heliofunda en diciembre de 2004 y septiembre de 2007, respectivamente. Mientras estas naves se encontraban en la región de viento solar supersónico, dichas intensidades estaban por debajo del nivel de ruido de los detectores. Los incrementos en la componente electrónica son mayores a los registrados para los iones, tales como H, He y O. Las observaciones sugieren que estos electrones son de origen galáctico en lugar de ser acelerados por el choque terminal del viento solar. Debido a que ellos son relativistas, su modulación es más sensible a la forma del coeficiente de difusión a bajas rigideces que la de los iones. En este trabajo mostramos que el espectro de electrones puede ser comprendido cualitativamente si a) por debajo de cierta rigidez el coeficiente de difusión crece con el decrecimiento de la rigidez y b) si el choque terminal es débil.

FE-7

GRADIENTE DE INTENSIDAD DE LOS RAYOS CÓSMICOS GALÁCTICOS EN LA HELIOSFERA DURANTE EL MÁXIMO SOLAR

Morales Olivares Oscar G. y Caballero López Rogelio A.
Instituto de Geofísica, UNAM
 ogmolivares@geofisica.unam.mx

La distribución espacial de los rayos cósmicos galácticos en la heliosfera durante el período de máxima actividad solar de los ciclos 21, 22 y 23, es estudiado usando un modelo bidimensional de la ecuación de transporte. Nosotros investigamos los

gradientes de intensidad (radial y latitudinal), a partir de 1 UA hasta la heliopausa y a diferentes latitudes, para interpretar los datos de las naves espaciales IMP 8, Pioneer 10 y Viajero 1 y 2; así como el experimento BESS. En nuestro modelo consideramos cuatro de los procesos físicos que afectan a la radiación cósmica: difusión, convección, cambios de energía y derivas. Nuestro análisis indica que las pérdidas de energía juegan un papel importante en la distribución radial de los rayos cósmicos en la región interna de la heliosfera, mientras que en la región externa la difusión y convección son los procesos relevantes. También encontramos que el gradiente latitudinal es pequeño.

FE-8

IDENTIFICACIÓN DE ASTEROIDES DEL CINTURÓN CUYAS DIMENSIONES Y UBICACIÓN LOS CONVIERTEN EN PROBABLES EXPORTADORES DE METEORITOS

García Martínez José Luis y Ortega Gutiérrez Fernando
Instituto de Geología, UNAM
pepeluis@correo.unam.mx

Los nombres, las dimensiones, el tipo, la razón anual esperada de impactos así como las posiciones de los asteroides más grandes dentro de la resonancia 3:1 con Júpiter (2.5 UA), de la secular un_6 (1.8 y 2.5 UA) y de la región entre Marte y el Cinturón (1.3 y 1.8 UA) se han enlistado ya que estas características los identifican como las fuentes más probables de meteoritos dentro de estas regiones multiasteroidales. La eficacia respectiva de las referidas fuentes son 23 %, 37 % y 25 %.

FE-9

EFFECTO DE LA RADIACIÓN SOLAR Y LOS RAYOS CÓSMICOS SOBRE LA TEMPERATURA PARA LOS CICLOS SOLARES 24 Y 25

Mendoza Blanca, Mendoza Víctor, Garduño René y Adem Julián
Universidad Nacional Autónoma de México
blanca@geofisica.unam.mx

Se intentó modelar la temperatura del Hemisferio Norte terrestre para los ciclos solares 24 y 25 (2009-2031). Para ello se utilizó un modelo termodinámico del clima, al cual se le incluyeron como forzamientos, el bióxido de carbono, la radiación solar y los rayos cósmicos. Estos últimos se asumieron como nucleadores de nubes bajas. Propusimos dos escenarios, uno con una alta emisión de bióxido de carbono y otro con una baja emisión. Como modelo de comparación tomamos el escenario de alta emisión de bióxido de carbono sin otros forzamientos. Se encontró que el escenario que incluye alto bióxido de carbono, irradiancia solar y nubes produce una disminución de temperatura para el 2030 de 0.2°C, mientras que el escenario de baja emisión de bióxido de carbono, sin los forzamientos solares, produce una disminución de 0.1°C. Concluimos que la posible modulación de la actividad solar podría tener un efecto apreciable en la temperatura para el año 2030.

FE-10

FUERZA DE MAGNUS EN LAS IONOSFERA DE VENUS Y MARTE

Pérez de Tejada Héctor¹ y Lundin Rickard²
¹Universidad Nacional Autónoma de México
²IRF
perezdet@geofisica.unam.mx

Observaciones realizadas con el vehículo "Pioneer Venus" de la NASA así como con los vehículos "Venus Express" y "Mars Express" de la ESA en la ionosfera de los planetas Venus y Marte han permitido identificar efectos producidos por la Fuerza Magnus en su interacción con el viento solar. Esta fuerza resulta de la superposición del movimiento dirigido del material ionosférico que es erosionado a grandes alturas por el viento solar y por el movimiento de rotación de la ionosfera a menores alturas. La fuerza es similar a la que ocurre en un obstáculo en rotación sobre el que incide un flujo hidrodinámico y da lugar a la deflexión en su movimiento y en la orientación de su estela (esto ocurre en el movimiento de pelotas de tenis que son enviadas con acción de giro). El efecto de la fuerza de Magnus en la ionosfera de Venus y Marte es una asimetría este-oeste en su distribución y produce, además, el que su eje de simetría sea desviado de la dirección del viento solar. Se presentan resultados de cálculos que permiten estimar la deflexión angular de los flujos ionosféricos que son erosionados por el viento solar.

FE-11 CARTEL

OBSERVACIONES SIMULTÁNEAS DE MICROPULSACIONES MAGNÉTICAS DURANTE LA TORMENTA GEOMAGNÉTICA DEL 14 DE DICIEMBRE DE 2006, EN LOS OBSERVATORIOS DE JURIQUELLA, QUERÉTARO, Y LINARES, NUEVO LEÓN

López Cruz Abeyro José, Pérez Enríquez Román y Kotsarenko Anatoly
Centro de Geociencias, UNAM
lcabeyro@geociencias.unam.mx

Con datos geomagnéticos que se han registrado desde el 2004 a la fecha en el observatorio de Juriqueilla, Querétaro y con datos de la estación Linares registrados desde el año 2005 a la fecha. Se llevo a cabo el estudio de ocurrencia de micropulsaciones del campo magnético de la tierra en las bandas Pc3, Pc4; Pc5 y Pi2 durante la tormenta geomagnética del 14 de diciembre del año 2006.

FE-12 CARTEL

ANÁLISIS DE PERTURBACIONES IONOSFÉRICAS SÚBITAS DETECTADAS A BAJA FRECUENCIA

Estrada Arreola Juan Cecilio¹, Felipe Matias Jorge Humberto¹, Guerra Vázquez José César¹, Camacho Pérez Vianey Edaly¹, Aguilar Rodríguez Ernesto² y Marcos Mariano León¹
¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
²Universidad Nacional Autónoma de México
ea_heroes@hotmail.com

La ionosfera es la capa más externa de la atmósfera terrestre y se encuentra ionizada debido a la radiación proveniente del Sol. Durante el día, la ionosfera se encuentra altamente ionizada. Sin embargo, durante la noche esta ionización decrece considerablemente. Por lo tanto, existe un ciclo diario asociado al estado de ionización de la ionosfera. Además de las fluctuaciones que día con día se ocurren en la ionosfera, la actividad solar puede causar dramáticos cambios en esta región. Cuando la energía de una fulguración solar u otra perturbación alcanza la Tierra, el estado de ionización de la ionosfera crece súbitamente, modificando la densidad y localización de las diferentes regiones que la conforman. A este fenómeno se le conoce como "perturbación ionosférica súbita". En este trabajo, presentamos las observaciones de perturbaciones ionosféricas súbitas obtenidas por el SSIDM (solar sudden ionospheric disturbance monitor). El SID MONITOR es un proyecto educacional de la Universidad de Stanford, que tiene como objetivo hacer un monitoreo continuo de señales de radio y poder detectar perturbaciones ionosféricas súbitas, cuando éstas suceden.

FE-13 CARTEL

CÁLCULO DEL CONTENIDO TOTAL DE ELECTRONES (TEC) EN LA IONOSFERA SOBRE DIVERSAS ESTACIONES MEXICANAS DE GPS, DURANTE LAS "TORMENTAS DE HALLOWEEN" DE OCTUBRE-NOVIEMBRE DE 2003

López Montes Rebeca¹, Pérez Enríquez Román² y Araujo Pradere Eduardo^{3,4}
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM
²Centro de Geociencias, UNAM
³CIRES, University of Colorado at Boulder, USA
⁴Centro de Predicción de Clima Espacial, NOAA, USA
rebeca@geociencias.unam.mx

Para el clima espacial la ionosfera es el constituyente atmosférico más importante pues es donde se cierran todos los circuitos eléctricos naturales, lo que de facto la convierte en la interface entre los fenómenos electromagnéticos del cosmos y la dinámica terrestre; ésta se ve afectada por el clima espacial, por lo que es fundamental su monitoreo. En particular, siendo la ionosfera un plasma, la concentración total de electrones (o TEC, por sus siglas en inglés) es el parámetro a medir y dar seguimiento. En este trabajo se reportan los cálculos del TEC para diversas estaciones de México durante los meses de octubre y noviembre del 2003, que incluyen los días de las llamadas tormentas de Halloween, durante las cuales se alcanzaron valores máximos por encima de las 200 unidades de TEC (1016 m-2), el día 30 de octubre.

FE-14 CARTEL

AN INFLUENCE OF THE LITHOSPHERE-IONOSPHERE COUPLING ON IONOSPHERE ALFVEN RESONATOR

Grimalsky Vladimir¹, Koshevaya Svetlana¹, Kotsarenko Anatoly² y Pérez Enríquez Román²
¹Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM
²CGEO, UNAM
v_grim@yahoo.com

The ionosphere behaves as a resonator for Alfvén waves (ionosphere Alfvén resonator – IAR) in the ULF and ELF wave ranges ($f = 0.2 \dots 10$ Hz) [1]. The resonant

modes are localized in the vertical direction within the ionosphere F-layer with the maximum values of electron concentration and bounded by the gyrotopic E-layer from below and the magnetosphere from above. The magnetic field of IAR can reach the Earth's surface.

The report is devoted to the properties of IAR in the general case of oblique geomagnetic field. The problem has been reduced to the set of differential equations for horizontal components of the electric field E_x , E_y in the lithosphere, atmosphere, ionosphere, and magnetosphere added by boundary conditions within the lithosphere $E_x, y = 0$ and the radiation condition in the magnetosphere ($z = 600$ km). Namely, only the outgoing wave exists within the magnetosphere. The resonant frequencies and transverse profiles of the modes have been obtained. The quality factors of the modes can be of about 5...20. A possibility of the excitation of specific modes has been considered.

The electron concentration of ionosphere E- and F-layers can be modulated by acousto-gravity waves (AGW) and internal gravity waves (IGW) at the frequencies 0.001...0.1 Hz that excited by seismic sources within the lithosphere and move upwards. It has been demonstrated that AGW and IGW can affect the resonant frequencies and profiles of IAR. Moreover, the modulation of the ionosphere electron concentration at different altitudes $z = 120...350$ km leads to modification of different resonant modes of IAR. As a result of such a modulation, the variations of ULF or ELF magnetic fields can be measured at the Earth's surface. A comparison of the simulations with our experimental results is given.

[1] A.V.Guglielmi and O.A.Pokhotelov, Geoelectromagnetic Waves. IOP Publ., Bristol, 1996.

FE-15 CARTEL

CÁLCULO DE LA RIGIDEZ UMBRAL Y EL CONO DE ACEPTACIÓN PARA LOS OBSERVATORIOS DE RAYOS CÓSMICOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO, SIERRA NEGRA, PUEBLA, Y MALARGÜE, ARGENTINA

Vargas Cárdenas Bernardo y Valdés Galicia José Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
bernardo@geofisica.unam.mx

El cálculo preciso de las direcciones de aproximación de las partículas que entran al campo magnético de la tierra es un problema fundamental para el estudio de la radiación cósmica. Cálculos recientes de direcciones de aproximación y de umbrales de rigidez se utilizan para identificar y deducir anisotropías en el flujo de los rayos cósmicos y determinar los espectros de energías de las partículas energéticas solares. El factor limitante de mayor importancia para esta clase de cálculos lo constituye el modelo del campo geomagnético que se utilice. En este trabajo se muestra cómo el valor de la rigidez umbral es un parámetro de naturaleza compleja, el cual está sujeto a variaciones significativas de acuerdo a la dirección en la que se mida, de modo que el valor tomado usualmente, que es el de la dirección vertical, debe interpretarse tomando en cuenta las restricciones de cada caso. Considerado así, este parámetro constituye una herramienta poderosa para el estudio de diversos aspectos de la radiación cósmica.

FE-16 CARTEL

ACTIVIDAD SOLAR OBSERVADA CON MILAGRO

Manuel Teresa¹, Caballero López Rogelio A.¹, González Magdalena² y Lara Alejandro¹
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Astronomía, UNAM
temahe@geofisica.unam.mx

Se presenta un catálogo de eventos energéticos y transitorios solares detectados durante parte del ciclo solar 23 por el Observatorio Milagro. Dicho instrumento fue desarrollado principalmente para observaciones de rayos gama de altas energías. Éste trabajo sienta las bases del análisis que se llevará a cabo con el nuevo Observatorio de Rayos Gama "HAWC" que se ubicará en Sierra Negra, México a una altura de 4100 m.

FE-17 CARTEL

ANÁLISIS ESPECTRAL DE RADIOFUENTES DE CENTELLEO INTERPLANETARIO CAPTADAS POR EL MEXART

González Esparza J. Américo¹, Mejía Ambriz Julio², Villanueva Hernández Pablo², Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Carrillo Vargas Armando¹ y Andrade Mascote Ernesto¹
¹Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia
²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
americo@geofisica.unam.mx

El Observatorio de Centelleo Interplanetario de Coeneo, Mich. (Mexican Array Radio Telescope, MEXART) está dedicado a desarrollar estudios de viento solar empleando la técnica del centelleo interplanetario (CIP). La antena del radiotelescopio consiste en un arreglo plano de 4096 dipolos que cubren un área física de casi 10,000 metros cuadrados. El MEXART fue inaugurado en diciembre

de 2005 y el instrumento ha seguido varias etapas de calibración. Con la aplicación de la matriz de Butler de 16 puertos y la calibración de 16 líneas de 64 dipolos (1/4 de antena), el MEXART inició la captación de radiofuentes cósmicas que presentan CIP. En este trabajo se describe el análisis espectral que estamos desarrollando con las observaciones del MEXART para obtener los valores del índice de centelleo (m.g) y velocidad del viento solar asociadas con cada tránsito de las radiofuentes. Este análisis es el primer paso para iniciar la producción de los mapas de viento solar con observaciones de CIP del MEXART.

FE-18 CARTEL

CALCULO DE SENSIBILIDAD DEL MEXART

Villanueva Hernández Pablo¹, González Esparza J. Américo², Carrillo Vargas Armando², Aguilar Rodríguez Ernesto², Andrade Mascote Ernesto², Pérez Enríquez Román³, Jeyakumar Sola⁴, Kurtz Smith Stanley⁵, Mejía Ambriz Julio⁶, Vázquez Hernández Samuel⁷ y Sierra Pablo⁷

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Universidad de Guanajuato

⁵Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

⁶Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

⁷Instituto de Geofísica y Astronomía, Cuba

villanueva.pablo0@gmail.com

El Mexican Array Radio Telescope (MEXART por sus siglas en ingles) es un arreglo de 64 líneas de 64 dipolos (4096 en total) que detecta fuentes de radio a 140 MHz. Para estimar el número de fuentes y flujos detectables es necesario calcular la sensibilidad del instrumento. Para esto se utiliza la temperatura del sistema, en la cual intervienen los parámetros del receptor, como ancho de banda y tiempo de integración. S. Jeyakumar desarrolló estimaciones de la sensibilidad del MEXART basado en mediciones con dos receptores con distintas características (0 y 1). Para una línea de 64 dipolos el flujo mínimo observable sería de 99 Jy y 140 Jy, para 16 líneas de 64 dipolos de 2.5 Jy y 3.6 Jy para cada receptor, utilizando los valores reportados en este trabajo (ancho de banda de 2 MHz y 1.5 MHz y tiempos de integración de 10 y 47 milisegundos respectivamente para el receptor 0 y 1) se espera que el flujo mínimo observable sea de 4.6 Jy para el receptor 0 y de 3 Jy para el receptor 1.

FE-19 CARTEL

EL INUSUAL MÍNIMO DEL CICLO SOLAR 23

Camacho Pérez Vianey Edaly¹ y González Esparza J. Américo²

¹Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UMSNH

²Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia

edaly.v@gmail.com

El ciclo solar es el periodo de actividad del Sol que consiste en diferentes manifestaciones como manchas, fulguraciones, eyecciones de masa coronal, alteraciones de campo magnético, etc. Cada ciclo tiene una duración de aproximadamente once años; sin embargo, este periodo puede variar significativamente. Las manifestaciones solares no son uniformes, es decir, no hay el mismo número de eventos y no ocurren con la misma intensidad respecto al ciclo anterior. En este trabajo se presenta una revisión del ciclo solar 23 y su mínimo de actividad que aún no termina. Este profundo mínimo tiene la característica peculiar de ser el mas largo del último siglo, se estimaba que este ciclo terminaría hace un par de años y al contrario de esto, los cálculos indican que el nuevo máximo se dará aproximadamente hasta el 2013. Se comparan mediciones de diferentes manifestaciones de actividad solar durante el ciclo 22 y 23, para resaltar las características inusuales del mínimo actual.

FE-20 CARTEL

VARIACIÓN TEMPORAL DE LAS PRESIONES DIASTÓLICA Y SISTÓLICA EN EL HUMANO Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD GEOMAGNÉTICA A LATITUDES MEDIAS

Azcárate Yáñez Tania y Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
frida_gorki@yahoo.com.mx

Trabajos realizados en altas latitudes muestran que algunas enfermedades en los humanos están relacionadas con la actividad geomagnética, en particular en las que los órganos involucrados presentan una actividad eléctrica considerable, como es el caso del cerebro y el corazón. En este trabajo se presenta un estudio del comportamiento de las presiones diastólica y sistólica bajo la influencia del campo geomagnético en un grupo de individuos durante los meses de abril y mayo del 2008 en la Ciudad de México. Así mismo, se discute la relación que existe entre las variables antes mencionadas.

FE-21 CARTEL

ASOCIACIÓN SOLAR DE EVENTOS DETECTADOS POR EL SPACE WEATHER MONITOR PROGRAM

Guzmán Ortiz Eric Jovani
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
 eric-gio@hotmail.com

La ionósfera de la Tierra reacciona fuertemente a las intensas radiaciones de los rayos X y ultravioleta que emanan del Sol durante un evento solar. Usando un receptor para monitorear la fuerza de la señal de transmisores VLF distantes, y anotando los cambios inusuales de las ondas al rebotar de la ionósfera, es posible monitorear y rastrear directamente estos Disturbios Ionosféricos Repentinos (Sudden Ionospheric Disturbances o SID). En este trabajo presentamos la asociación solar de algunos eventos detectados por la red de monitores del Space Weather Monitor Program.

FE-22 CARTEL

ONDAS ION CICLOTRÓN Y MODOS TIPO ESPEJO EN LA MAGNETOSFERA MEDIA DE SATURNO

Rodríguez Martínez Mario¹, Blanco Cano Xochitl¹, Russell Christopher²,
 Leisner Jared S.², Wilson Rob³, Cowee Misa³ y Dougherty Michele K.⁴

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles*

³*Los Alamos National Laboratory, Los Alamos New Mexico, USA*

⁴*Imperial College London, Blackett Laboratory, London England*
 mario@geofisica.unam.mx

Las ondas ion ciclotrón y los modos tipo espejo pueden crecer en un plasma debido a anisotropías en la temperatura donde $T_{\text{per}}/T_{\text{par}} > 1$. Este tipo de ondas y modos han sido observados recientemente por la misión Cassini en la magnetosfera de Saturno a diferentes distancias radiales respecto del centro de Saturno y cerca de la órbita de Encelado. Se ha encontrado que las ondas ion ciclotrón crecen por debajo de las giro-frecuencias de iones pertenecientes al grupo de agua (O^+ , OH^+ , H_2O^+ ó H_3O^+), son poco compresivas y se propagan paralelamente al campo magnético de fondo. Por otra parte los modos tipo espejo se caracterizan por ser muy compresivos y presentan cambios en densidad que están anticorrelacionados con cambios en la magnitud del campo magnético. En este trabajo presentaremos características y comparaciones entre estos modos y ondas a través de análisis de varianza mínima y fourier realizados a 4 vuelos de Cassini de baja inclinación orbital. Adicionalmente presentaremos resultados obtenidos de un código de dispersión llamado WHAMP, con el que se ha explorado en el régimen lineal de teoría cinética de plasmas, la posibilidad de encontrar crecimiento de este tipo de ondas y modos bajo las condiciones del plasma observadas por Cassini.

FE-23 CARTEL

CAVITONES Y ONDAS DE FRECUENCIA ULTRA BAJA EN EL ANTECHOQUE TERRESTRE

Kajdic Primoz¹, Blanco Cano Xochitl¹, Omidi Nojan² y Russell Christopher³

¹*Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Solana Scientific Inc, Solana Beach, California, USA*

³*Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles*
 primoz@geofisica.unam.mx

En nuestro trabajo estudiamos las estructuras en el antechoque terrestre llamadas cavitones. Los cavitones fueron primero predichos por los resultados de las simulaciones híbridas globales. Poco después los hemos encontrado en los datos de la nave espacial Cluster I. Los cavitones son regiones donde la densidad de plasma y el campo magnético interplanetario bajan hasta un 40 % en promedio, rodeadas de un borde, donde B y n son elevados en comparación con los valores en el viento solar y que típicamente duran menos de 30 segundos. A diferencia de otros fenómenos de características parecidas (cavidades, hoyos de densidad) los cavitones no son estructuras aisladas. Se han observado varios cavitones en intervalos de tiempo de minutos e incluso se han observado estructuras que sugieren ser varios cavitones en proceso de fusión. Además, los cavitones siempre se encuentran rodeados por ondas de frecuencias bajas (períodos de 30 - 60 segundos).

Los resultados de las simulaciones numéricas sugieren que los cavitones se producen por la interacción de dos tipos de ondas - las ondas de plasma sinusoidales y las ondas compresivas de modo rápido que se propagan en la dirección perpendicular al campo magnético interplanetario. Nuestro estudio de las ondas que rodean a los cavitones muestra, que éstas aparecen en muchas formas. Pueden tener forma de estructuras de "shocklet" o también otras formas no tan bien definidas. A menudo se observan ondas de frecuencias más altas (0.3 - 1 Hz) superpuestas sobre las fluctuaciones de muy baja frecuencia. Las características de las ondas observadas son consistentes con la idea de que los cavitones son estructuras ubicadas muy adentro en el antechoque.

FE-24 CARTEL

BALANCE ENERGÉTICO EN LA ROTACIÓN RETRÓGRADA DE LA ATMÓSFERA DEL PLANETA VENUS

Zenteno Gómez Dení Tanibé, Pérez de Tejada Héctor y Durand Manterola Héctor
Universidad Nacional Autónoma de México
 deni_zenteno@yahoo.com.mx

El planeta Venus en su parte sólida tiene una rotación retrógrada de duración equivalente a 243 días terrestres; su atmósfera, sin embargo, rota más rápidamente en el mismo sentido. A la altura de las nubes hay un máximo de velocidad zonal troposférica de 100 m/s, que equivale a una rotación de 4 días terrestres, y a alturas ionosféricas las velocidades zonales son aún mayores.

Para mantener este rápido movimiento retrógrado atmosférico se requiere de un mecanismo de transferencia de momento. Un posible mecanismo puede deberse a la acción del viento solar sobre la ionosfera del planeta. Para sustentar esta idea calculamos la pérdida de energía por viscosidad en la atmósfera de Venus así como también la energía que imparte el viento solar en su componente azimutal sobre la ionosfera, obteniendo resultados comparables.

FE-25 CARTEL

EL CITLALTÉPETL, MODELO PARA LA TERRAFORMACION DE MARTE

Molina Sevilla Paola, Lozano Ramírez Cruz y Navarro González Rafael
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
 paolam@nucleares.unam.mx

El objetivo de las más recientes misiones espaciales está encaminado a encontrar vestigios de vida en la superficie del planeta Marte. De no hallarse tales rastros, se tiene contemplado restablecer las condiciones de habitabilidad tal como las conocemos en la Tierra, es decir, que Marte tenga una atmósfera más densa, agua líquida y por tanto una temperatura superior a la actual. Para ello se tendrían que liberar gases de tipo invernadero como el dióxido de carbono (CO_2) para lograr el calentamiento del planeta y que este a su vez, vaya liberando el agua que se encuentra congelada en el subsuelo. Termodinámicamente este proceso podría tardar 100 000 años, sin embargo bajo estas condiciones sólo algunos microorganismos e invertebrados podría vivir por los altos índices de CO_2 , con una presión atmosférica muy reducida (Mckay Chris P. 1997, McKay Chris P y M.M. Marinova 2001). A pesar de ello se sabe que cierto tipo de plantas superiores también podrían adaptarse a las condiciones de Marte terraformado, éstas podrían disminuir los altos índices de CO_2 e incrementar los niveles de oxígeno en la atmósfera marciana, por lo que se requiere estudiar especies que puedan sobrevivir bajo este tipo de ambientes y puedan hacer de Marte un lugar habitable para los seres humanos (Graham J.M., 2004). Uno de los lugares que ha despertado gran interés es el volcán Pico de Orizaba, la cima donde el bosque crece a mayor altura sobre el nivel del mar en el mundo. Aquí la línea de árboles alcanza los 4400 msnm, siendo la especie *Pinus hartwegii* la colonizadora a esta altura. Las condiciones para el establecimiento de nuevas plántulas son especialmente difíciles, baja temperatura, escasa humedad, gran radiación, atmósfera delgada son variables a considerar. Sin embargo, una variable que pudiera ser importante es la cantidad de compuestos nitrogenados que se encuentran en el suelo.

El presente trabajo pretende estudiar los factores físicos y químicos del suelo que influyen en la distribución de la flora (árboles). Creemos que en el Pico de Orizaba el principal factor que limita el crecimiento del bosque a mayor altitud es el nitrógeno, la altura en que la fijación de nitrógeno decrezca deberá coincidir con la línea superior de los árboles. Se ha estudiado el contenido de material orgánico, propiedades físicas del suelo (densidad, porosidad, texturas), y químicas (contenido de bases intercambiables, capacidad de intercambio catiónico), que podrían estar influenciando la formación de nichos bacterianos. Así mismo estos resultados pudieran ser de utilidad para el proceso de terraformación en Marte.

FE-26 CARTEL

CICLO DE HURACANES DE 22 AÑOS Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD GEOMAGNÉTICA

Pazos Espejel Marni y Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
 marni@geofisica.unam.mx

Aplicando análisis espectral a las series de tiempo de huracanes en el Atlántico y el Pacífico, encontramos periodicidades que coinciden con las principales de ciclos magnéticos solares y manchas solares. Para estimar la posibilidad de que estas periodicidades pueden estar asociadas a la actividad solar, se obtuvieron correlaciones entre la ocurrencia de huracanes y varios fenómenos relacionados con la actividad solar. Nuestros resultados indican que la correlación más alta se encuentra entre huracanes del Atlántico y el Pacífico y el índice Dst de actividad geomagnética. Ambos océanos presentan las correlaciones más altas de huracanes-Dst durante la parte ascendente de los ciclos solares y la parte descendente de los ciclos solares pares. Esto muestra no solo la existencia de un ciclo de 22 años sino también la naturaleza de dicha periodicidad. Además, encontramos que los huracanes en el Atlántico se comportan diferente a los del

Pacífico en relación a las perturbaciones relacionadas a la actividad solar que se consideraron.

FE-27 CARTEL

**ESPECTROS DE EMISIÓN SOLAR EN LONGITUDES DE
ONDA MILIMÉTRICAS, SUBMILIMÉTRICAS E INFRARROJAS**

De la Luz Víctor, Lara Alejandro, Raulin Jean Pierre y Kaufmann Pierre
Instituto de Geofísica, UNAM
itztli@gmail.com

En este trabajo presentamos simulaciones numéricas de espectros de emisión atmosférica basados en modelos teóricos de atmósferas tipo solar, enfocados principalmente a la región de la Cromosférica.

Los espectros en los intervalos milimétricos, submilimétricos e infrarrojos son buenos trazadores de la densidad electrónica en la región de la Cromosfera Solar y por lo tanto, pueden ser utilizados para probar la autoconsistencia de modelos atmosféricos extrapolados de observaciones en otras regiones del espectro electromagnético, principalmente en la región del Ultra Violeta y del Visible.

Encontramos que los modelos teóricos más modernos de Cromosferas Solares no pueden reproducir el espectro en la región del milimétrico y del infrarrojo.

Sesión Regular

GEODESIA

Organizadores:
Vladimir Kostoglodov
Enrique Cabral Cano
Ramón V. García López

GEOD-1

GEOMÁTICA Y GEODESIA: UNA COYUNTURA ENTRE LA METODOLOGÍA Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO ACTUAL

Balderas Toral Ricardo
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 rbaldera@cicese.mx

La Geodesia comprende un campo de actividades donde se integran de manera sistemática una serie de procesos y técnicas para adquirir, almacenar y procesar información geográficamente referenciada. Técnicas tradicionales de medición (levantamientos topográficos y geodésicos), sensores aéreos (fotogrametría) y fuentes satelitales (GPS, GLONASS) que involucran tecnología informática (Hardware y Software), han fomentado cambios profundos en el quehacer científico sobre el conocimiento de nuestro planeta. Dentro de estos cambios tecnológicos trajo consigo el nacimiento de una nueva disciplina: la Geomática.

La Geomática nace por la necesidad de una base informática ante la generación de diferentes fuentes de información que necesitaban ser correlacionadas para resolver problemas de posicionamiento y visualización. La innovación de mapas digitales detallados, los avances en el modelado del terreno y la creación de nuevos programas cada vez más sofisticados ponen de manifiesto crear una adecuada estandarización y desarrollo de esta disciplina para esclarecer sus bases y delimitar sus fronteras de estudio.

Por su parte, la Geodesia se ha visto obligada a crear y usar metodologías más estrictas en el proceso de cálculo ante la evolución tecnológica de la información geográfica, la continua creación de equipos cada vez más precisos y la producción de imágenes satelitales de elevada resolución. Así, en la presente década se ha discutido que la adquisición de herramientas como el GPS, los SIG y la Percepción Remota solo se restringen a cierto número de individuos o las grandes compañías, por ello, diferentes instituciones educativas o grupos de científicos ven muy limitado su trabajo de investigación.

Si bien la Geodesia, así como otras disciplinas de las Ciencias de la Tierra, han logrado avances significativos en el entendimiento y control de nuestro planeta, la Geomática presta a facilitar ese desarrollo y evita tomar a la ligera la producción de datos geoespaciales. Por tanto, si la Geomática es una nueva disciplina que produce, almacena y procesa información del planeta Tierra no se restringe a una disciplina en específico sino que es una interrelación entre varias de ellas que busca dar soluciones a problemas que cotidianamente vivimos tanto en lo científico, lo social o lo político. Entender sus limitantes y proponer soluciones a largo plazo brindará el desarrollo oportuno en la investigación, en el análisis y la gestión territorial de nuestro país.

GEOD-2

STOKES PROBLEM IN PLANET SHAPE THEORY

Vázquez Becerra Juan A.¹ y Kotchev Aleksey A.²

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

²Universidad de Reglamentación de Tierras de Moscú
 anton17_1@hotmail.com

An integral equation obtained yields necessary and sufficient conditions for predetermined closed surface to be level surface of gravity potential of a body which is fully located in this body.

GEOD-3

DETECCIÓN Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE MULTIRUTA PARA PSEUDO DISTANCIAS EN LA RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA (RGNA)

Vázquez Becerra Esteban y Espinoza Ruiz Francisco
Universidad Autónoma de Sinaloa
 gvazquez@uas.uasnet.mx

Este trabajo de investigación se basa en el estudio y análisis de lo que se conoce como la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) a cargo del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). La RGNA es una red geodésica conformada por 15 estaciones establecidas físicamente mediante monumentos permanentes donde se realizan mediciones a los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) en forma continua a lo largo del territorio nacional. Una fuente potencial de error que puede influir en el posicionamiento mediante GPS es sin duda alguna lo que se conoce como efecto de multiruta. El efecto de multiruta se origina cuando la señal GPS proveniente de los satélites es capturada por la antena del receptor GPS vía múltiples rutas, de ahí el nombre. Es decir este efecto depende directamente de la geometría de los satélites y de las condiciones de visibilidad hacia estos que puede surgir de objetos causantes de posibles obstrucciones. En este contexto, este trabajo de investigación propone un análisis riguroso del efecto de multiruta para pseudo distancias en función del cálculo del error medio cuadrático de las variaciones de este, con el objetivo de identificar las estaciones de la RGNA con menores y mayores índices de afectación. La metodología planteada consistió en primera instancia de la obtención de los datos GPS de las estaciones de la RGNA a partir de la conexión vía Internet al servidor en el cual están

almacenados los datos. Posteriormente, se procesaron los datos GPS, utilizando el software de uso público provisto por UNAVCO, denominado TEQC (Test of Quality Check) <http://www.unavco.org/facility/software/teqc/teqc.html> con el objetivo de obtener el efecto de multiruta de los códigos P1 y P2 montados en las fases L1 y L2 respectivamente. Se espera que los resultados producto de esta investigación conlleven a una mejor interpretación de las coordenadas de las estaciones de la RGNA en las cuales recaen la gran mayoría de los trabajos de geo-referenciación que se llevan a cabo en México.

GEOD-4

PROCESOS DE DATOS GPS EN LA WORLD WIDE WEB, UNA ALTERNATIVA PARA LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS EXACTAS Y PRECISAS

Santiago Jiménez Hydyn, Ramírez Ruiz Juan José, González Arturo, Alatorre Chávez Eliseo y Tellez Alatorre Armando
Universidad de Colima
 hydyn@uacol.mx

La obtención de una coordenada exacta, es un proceso que requiere más parámetros de los que habitualmente proporciona cualquier sistema de navegación. La mayoría del software comercial está limitado a solo recibir información básica que nos ayuda a obtener un resultado cercano al dato real.

En la actualidad existen software's científicos como el Gipsy Oasis, Bernese, el Gamit entre otros, que utilizan más información para el ajuste de datos GPS. De estos programas algunas licencias son gratuitas bajo ciertas condiciones de uso (Gipsy Oasis) mientras que otras tienen un costo elevado lo que limita a cualquier usuario de GPS, sumado a esto, los algoritmos se ejecutan bajo ambientes como Linux, Solaris, Unix sistemas operativos muy poco comunes en la mayoría de los sectores que utilizan GPS. Esta situación genera una discrepancia de varios centímetros entre la información calculada por un usuario común con respecto a un investigador.

En los últimos años han surgido varios sitios WEB de procesos de datos GPS, cada uno de ellos con su propia metodología, pero con la misma finalidad de calcular la coordenada más exacta posible utilizando todos los parámetros disponibles para su ajuste. Los procesos son de fácil acceso para cualquier usuario que cuente con Internet. En este trabajo se analizan 7 procesos ONLINE donde 4 de ellos utilizan la técnica de Punto Preciso de Posicionamiento (PPP)* [Zumberge et al., 1997], y los 3 restantes el ajuste clásico DGPS, todos estos sistemas utilizan Efemérides Precisas, Efemérides de Reloj, retrasos atmosféricos, Inosféricos, velocidades de la corteza entre otros mas.

Para este estudio se utilizaron un total de 576 horas de registro GPS de la estación CUYU del proyecto FRABA 535/08, divididas en 4 campañas cada una con 6 sesiones de 24 horas con épocas cada 15 segundos. Los servicios ONLINE que se utilizaron son: "GAPS" GPS Analysis and Positioning Software (By Rodrigo Leandro, University of the New Brunswick), "CSRS-PPP" (Natural Resources Canada), "OPUS" (National Geodetic Survey), "AUSPOS" (Geosciences Australia), "SCOUT" (SOPAC Processing: Coordinate Products and Analysis Resources), "MAGIC-PPP" (GMV INNOVATING SOLUTIONS), "APPS" (Automatic Precise Positioning Service, Gipsy JPL-NASA).

El rango de variaciones de los resultados entre estos procesos, son del orden de 2.7 cm en la Latitud, en la Longitud de 5.0 cm y en la Altura elipsoidal de 9.0 cm. Todos los datos fueron referenciados al ITRF05. La tabla muestra los procesos WEB que tienen mejor estabilidad en sus ajustes por debajo de los límites superiores, para la latitud y longitud menor a 2 cm y para la altura menor a 4 cm.

GAPS* CSRS-PPP* OPUS AUSPOS SCOUT MAGIC-PPP* APPS*

Latitud si si si si si si si

Longitud si si si si no no si

Altitud no si si si no no si

GEOD-5

CONFIABILIDAD DE LÍNEAS BASE A PARTIR DE MEDICIONES GPS

Vázquez Becerra Esteban, García López Ramón V. y Trejo Soto Manuel
Universidad Autónoma de Sinaloa
 gvazquez@uas.uasnet.mx

Se realizó un experimento para determinar la confiabilidad al medir líneas base mediante el empleo de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). Inicialmente, se utilizaron tres de las estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) (CULC: Culiacán, HER2: Hermosillo y LPAZ: La Paz) con el objetivo de que sirvieran de apoyo para establecer una nueva estación base (ECT1) localizada en el edificio que guarda la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Es decir, con el establecimiento de la estación ECT1 poder proceder con intervalos de medición de 1 segundo, ya que las estaciones de la RGNA restringen su apoyo a intervalos de 15 segundos en las mediciones. Se utilizaron para el establecimiento de la estación ECT1 diferente tipo de hardware y software GPS con tiempos de 60 horas continuas de medición. Así mismo, como parte del experimento se midieron líneas base que van desde 20, 30, 40 50 Y 100 Km. para analizar su confiabilidad en función de posibles variaciones en la coordenadas finales de los

puntos y en la precisión de estas. Se usaron efemérides precisas diseminadas por el IGS (International GNSS Service) con ambigüedades fijas al 99%. Los datos GPS se procesaron con el software Topcon Tools ya que permite la opción de seleccionar adecuadamente los diferentes tipos de antenas utilizados para el experimento. Se pretende como resultado de esta investigación que los usuarios del GPS conozcan con certeza los niveles de precisión y/o exactitud que pueden obtenerse al momento de establecer una estación base para distancias que varían hasta los 100 Km.

GEOD-6

DETERMINACIÓN DE UN SISTEMA DE ALTURAS REFERENCIADO A LA COSTA DEL EDO NAYARIT

Moraila Valenzuela Carlos Ramón
Universidad Autónoma de Sinaloa
cmoraila@uas.uasnet.mx

Uno de los conceptos geodésicos y de sus mediciones es la homogenización de alturas, es por ello que se presenta el desarrollo de un marco de referencia geodésico para la representación de alturas.

La metodología empleada fue la utilización de alturas elipsoidales generadas en la determinación de la zona federal marítimo terrestre en el Edo. de Nayarit, para esto se estableció una red geodésica estatal a lo largo de la costa.

Además se utilizaron datos altimétricos generados por la misión Topex/Poseidon tomados durante 10 años. Se establecieron cuadrículas para la conformación de las superficies de referencia como lo son el nivel medio del mar y el geoide.

La superficie obtenida, es interpolada a las observaciones realizadas en la costa. Analizándose la información con metodologías estadísticas.

Los resultados obtenidos conforman una serie de 34 puntos monumentales a lo largo de la costa del estado los cuales contarán con altura, posición geodésica para su utilización y densificación.

GEOD-7

ESTABLECIMIENTO DE LA RED GEODÉSICA DEL NOROESTE, ANÁLISIS DE PRECISIÓN Y CONSISTENCIA

García López Ramón V., López Moreno Manuel, Balderrama Corral
Rigoberto, Vázquez Becerra Esteban, Cárdenas López Mario, Lizarraga
García Fredy, Mesa Morales German y Moraila Valenzuela Carlos Ramón
Universidad Autónoma de Sinaloa
rgarcia@uas.uasnet.mx

Se han establecido las redes geodésicas estatales GPS de Sinaloa, Nayarit y Sonora, esta última aun en proceso. Dichas redes han sido construidas con el esfuerzo y colaboración de los gobiernos municipales, estatales, de SEMARNAT y la Escuela Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Sinaloa. El principal objetivo es el de proporcionar apoyo preciso de geo-referenciación a los trabajos de delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT). Las mediciones se realizan con receptores geodésicos para después aplicarse los análisis y ajustes matemáticos para la mejor solución de las coordenadas de los vértices. Los receptores GPS utilizados son; ASHTECH, TOPCON y LEICA. Para la adopción del sistema de coordenadas geodésico se ligo a la Red Geodésica Nacional Activa de INEGI. También se emplearon datos de estaciones GPS permanentes de Arizona y California, de manera que se puedan determinar las consistencias internas y externas de las redes medidas. Las diferencias observadas en las coordenadas fueron del orden de los centímetros.

GEOD-8

TECNOLOGÍA FOTOGRAMÉTRICA DIGITAL APLICADA AL ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE ZONAS DE RIESGO URBANAS

Aguilar Villegas Juan Martín, Arana Medina Anibal Israel y Trejo Soto Manuel
Universidad Autónoma de Sinaloa
aguilarv@uas.uasnet.mx

La planificación adecuada de los asentamientos urbanos, requiere conocer de antemano las características geográficas de su territorio, entre ellas su relieve topográfico, ya que este puede representar riesgos naturales para los humanos y ciertas obras de ingeniería propias de las ciudades o poblados. Por ello y para una correcta proyección del crecimiento urbano, es importante definir aquellas zonas topográficas que no solo requieren mayor inversión en la construcción de servicios urbanos, sino también y más importante aún, que representen un riesgo natural para la población.

Actualmente las principales ciudades de nuestro país, presentan un rápido crecimiento urbano y en muchos casos y por diferentes causas, este rebasa a la planificación del mismo, provocando con ello, asentamientos en zonas en donde la población que las habita llega a sufrir desgracias. Esto confirma la necesidad de desarrollar estudios geográficos, rápidos y certeros de las zonas de riesgo de las ciudades, para tomar las medidas de prevención necesarias con el propósito de prevenir desgracias humanas. En este sentido, diferentes trabajos realizados en

varias partes del mundo, demuestran que la tecnología fotogramétrica proporciona las herramientas para desarrollar el estudio topográfico territorial, mediante el procesamiento digital de las imágenes aerocósmicas, que permite visualizar y analizar la morfología del territorio con tal precisión, que es posible determinar las zonas que pueden presentar riesgo para la ciudadanía, así como, las zonas que presentan mejores características físicas para el crecimiento urbano, en un tiempo breve.

En el caso de la ciudad de Culiacán Sinaloa se aplicó dicha tecnología fotogramétrica, para la obtención de la cartografía y de un modelo digital de elevaciones del territorio urbano, con la finalidad de estudiar y ubicar las zonas de riesgo por fenómenos naturales, como son las inundaciones y derrumbes de laderas de cerros provocados por deslaves.

Para la obtención de datos de apoyo y control terrestre se utilizaron receptores GPS, empleando el método de medición en tiempo real con estación fija y móvil. El procesamiento de los datos obtenidos en campo se realizó en gabinete con tratamiento ligado a la red geodésica nacional activa.

Para el procesamiento fotogramétrico digital, se emplearon imágenes aéreas del territorio a escala 1:20 000 del sistema nacional de fotografía aérea (SINFA), expedidas por el INEGI, y el sistema fotogramétrico digital Photomod.

Con ayuda de los datos de campo se realizó la orientación relativa y externa de las fotografías, para luego realizar la fototriangulación aérea, la cual, se evaluó mediante su ajuste matemático por el método de mínimos cuadrados para determinar la precisión geométrica de la misma. Posteriormente y con ayuda de lo anterior, se obtuvo el modelo digital de elevaciones (DEM), y luego se procedió a obtener la ortofoto de la zona de estudio. Mediante el análisis planimétrico de la ortofoto y el análisis altimétrico del DEM, se ubicaron y estudiaron las zonas de riesgo de la mancha urbana de la ciudad, generando la base cartográfica para su inclusión en sistemas de información geográfica.

GEOD-9

MÉTODOS DE ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE UNA RED GEODÉSICA ALTIMÉTRICA ORIENTADA A LA BÚSQUEDA DE INDICIOS DEFORMANTES EN UN POLÍGONO GEODÉSICO

Trejo Soto Manuel¹, Aguilar Villegas Juan Martín¹, Plata Rocha
Wenseslao¹, Arellano Baeza Alonso² y Arana Medina Anibal Israel¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

²Universidad de Santiago de Chile
mtrejos@uas.uasnet.mx

Con el propósito de realizar observaciones para la detección de deformaciones o desplazamientos verticales en obras estratégicas de ingeniería dentro del área de un polígono geodésico, es necesario establecer una base local altimétrica de apoyo geodésico. Los bancos de nivel de la red altimétrica, deberán establecerse de tal forma que satisfagan la estabilidad de los puntos de apoyo a lo largo de todo el periodo de las mediciones y que garantice la determinación de los desplazamientos verticales de los puntos a monitorear en la zona de estudio con la suficiente precisión.

La experiencia en trabajos previos de monitoreo geodésico en polígonos geodinámicos muestra, que como resultado de diversos factores, los cuales son difíciles de detectar a tiempo, la estabilidad de los puntos de control o bancos de nivel se ve alterada. Con el propósito de garantizar la necesaria y suficiente precisión en los resultados de las observaciones de los desplazamientos verticales en los puntos a monitorear, colocados dentro de un polígono geodinámico, es necesario controlar la estabilidad de los bancos de nivel o puntos de apoyo de la red geodésica altimétrica. Para llevar a cabo dicho control, será necesario realizar trabajos de nivelación geométrica repetitiva entre los puntos o bancos de nivel, conservando la misma metodología y programa de mediciones, así como la aplicación de métodos matemáticos no tradicionales que garanticen un análisis objetivo del comportamiento espacial georeferenciado de los puntos de control y que describa el pronóstico de sus posibles movimientos.

El presente trabajo propone un método de análisis matemático de los resultados de las mediciones geodésicas altimétricas repetitivas, que fundamente la elección de un plano de origen de alturas, en relación al cual es necesario determinar las alturas de los puntos a monitorear, sus desplazamientos verticales, así como la estimación de la estabilidad de los puntos de apoyo o bancos de nivel. Para analizar matemáticamente los desplazamientos verticales de los puntos geodésicos de control vertical, se aplica el método recurrente que permite verificar la presencia de errores no permisibles y la posterior inclusión de ciclos de medición con el objetivo de incrementar la precisión al determinar los desplazamientos verticales.

GEOD-10 CARTEL

EN LA DETERMINACIÓN DEL GEOIDE GLOBAL POR LA MISIÓN GOCE

García López Ramón V., Guzmán Galindo Tiojari y Trejo Soto Manuel
Universidad Autónoma de Sinaloa
 rgarcia@uas.uasnet.mx

Los estudios realizados se enfocan en la solución del campo de gravedad empleando datos de la misión geodésica GOCE. Los observables son los valores del potencial gravitacional producidos al aplicar el principio de energía. El método empleado se basa en la inversión de la integral de Poisson por técnicas de Fourier y la regularización por medio del método de Tikhonov. Para la interpolación a redes regulares se aplica la técnica de Colocación por mínimos cuadrados, la cual arrojó mejores resultados que la triangulación Delaunay. El parámetro de regularización fue modelado linealmente y con polinomio de segundo orden. Esto con el fin de compensar las variaciones con respecto a la latitud de los números de condición de los sistemas empleados. EL método aplicado produce un geoide con error estimado menor de 5 centímetros para una resolución de 2 grados, siendo consistente con modelos esféricos estimados para dicha misión. La solución se basa en datos de 30 días.

GEOD-11 CARTEL

ESTUDIO TERRITORIAL URBANO A PARTIR DEL ANÁLISIS DE IMÁGENES AEROCÓSMICAS Y MEDICIONES GPS

Arana Medina Anibal Israel, Aguilar Villegas Juan Martín,
 Saucedo Rivera Juan Sergio y Monjardin Armenta Sergio Alberto
Universidad Autónoma de Sinaloa
 aarana@uas.uasnet.mx

En este trabajo se presentan los resultados del estudio y ubicación de zonas de riesgos por fenómenos naturales en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Estos resultados se obedecen al análisis de la cartografía de la zona de interés y de un modelo digital de elevaciones, obtenido mediante la aplicación de técnicas fotogramétricas sobre imágenes aéreas del SINFA (Sistema Nacional de Fotografía Aérea) escala 1:20,000, expedidas por el INEGI. El procesamiento fotogramétrico digital de estas imágenes se realizó utilizando el Software profesional Photomod.

Los datos de apoyo y control terrestre requeridos para la orientación relativa y externa de las fotografías, se obtuvieron mediante mediciones GPS, utilizando receptores de alta precisión, aplicando la metodología de medición en tiempo real. Los resultados de estas mediciones se procesaron y se ajustaron de acuerdo a la información proporcionada por algunas de las estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa, controlada por INEGI.

Posterior a este proceso de orientación, se efectuó la fototriangulación, evaluándose en base a la precisión geométrica que presentó la misma, de acuerdo con el ajuste realizado aplicando el método de los mínimos cuadrados. Tomando como apoyo dicha fototriangulación, se procedió a obtener el modelo digital de elevaciones (DEM), el cual, dio pie a la elaboración del ortofoto.

La ubicación de las zonas de riesgo en el casco urbano de la ciudad, pudo ser posible debido a los análisis planimétrico y altimétrico realizados al ortofoto y al DEM respectivamente, lo cual, a su vez permite demostrar que la tecnología aplicada en este estudio topográfico, es efectiva en la determinación de zonas de riesgos en territorios urbanos.

GEOD-12 CARTEL

DETECCIÓN DE INDICIOS DEFORMANTES APLICANDO MÉTODOS GEODÉSICOS SATELITALES Y TERRESTRES EN ZONAS DE RIESGO: CASO PARTICULAR PRESA "SANALONA, SINALOA"

Trejo Soto Manuel, Aguilar Villegas Juan Martín, García López
 Ramón V., Arana Medina Anibal Israel y Plata Rocha Wenseslao
Universidad Autónoma de Sinaloa
 mtrejos@uas.uasnet.mx

Con el propósito de detectar y estudiar movimientos causados por diversos factores, que se presentan en zonas que albergan grandes obras de ingeniería o bien en zonas urbanas, es necesario establecer un polígono geodésico donde se lleven a cabo mediciones geodésicas o monitoreo, que permita descubrir desplazamientos anómalos que signifiquen un riesgo. El análisis de los métodos de estudio de indicios deformantes en tales zonas, utilizando métodos geodésicos satelitales y terrestres, resalta el hecho de que en las distintas etapas del proceso de monitoreo, surge la necesidad de recurrir a soluciones no convencionales, distintas a las tradicionales, basadas en métodos geodésicos terrestres. Dichos métodos tradicionales, en particular la trilateración, se caracterizan por un bajo nivel de automatización, lo que representa baja productividad, pero además, en casos aislados, a que aparezcan errores adicionales en las mediciones, condicionados por factores subjetivos, sin embargo, presentan mayor efectividad, en cuanto a resultados, en polígonos geodésicos establecidos en zonas de área reducida. Al realizar mediciones satelitales, el rol del observador se ve disminuido sustancialmente, ya que prácticamente todo el proceso de medición y cálculos posteriores está

automatizado. Así mismo, el proceso automatizado se basa, generalmente en el uso en modelos comunes, los cuales no siempre resultan óptimos para la obtención de la precisión requerida en las mediciones.

El presente trabajo trata particularmente lo relativo a la consideración de diversos factores que definen la calidad de los resultados esperados. Las especificaciones anteriores son consideradas al elaborar métodos de solución del problema planteado, resaltando el uso racional de los sistemas de posicionamiento global y el método de trilateración terrestre.

GEOD-13 CARTEL

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED ALTIMÉTRICA LOCAL ORIENTADA A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LA GEODESIA FÍSICA EN LA CD. DE ENSENADA BC

Trejo Soto Manuel¹, Espinosa Cardeña Juan Manuel², Bojorquez
 Galvez Luter Enrique¹, Hernández Camacho Ramón Alfonso¹,
 Montoya Dorador Fausto Arturo¹ y Villaman Corrales Michael¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

mtrejos@uas.uasnet.mx

Con el propósito de estudiar una serie de problemas de la geodesia física y en particular el de la determinación de un geoide local, la obtención de los componentes verticales representa un paso obligado para la solución del problema planteado. Basado en lo anterior, al estudiar las leyes de la variación de los componentes verticales de esta superficie de referencia, es necesario utilizar datos satelitales, datos gravimétricos y altimétricos, lo que condiciona la necesidad de establecer una interrelación confiable entre estos tipos de mediciones.

Con el objetivo de establecer un enlace entre las alturas geodésicas, obtenidas por métodos satelitales, las alturas del geoide sobre el elipsoide y las alturas normales, características de las mediciones de nivelación, se estableció una red altimétrica local en la CD. de Ensenada BC.

El presente trabajo describe las características de dicha red altimétrica local, la metodología para su establecimiento y los resultados obtenidos de la elaboración matemática de los resultados de las mediciones geodésicas, en un primer ciclo de mediciones, aplicando métodos tradicionales y no convencionales de ajuste y análisis estadístico.

Sesión Regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:

Graciela Herrera Zamarrón
Antonio Cardona Benavides

GEOH-1

GEOHYDROLOGICAL STUDY AT THE SOUTH WEST OF CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA

Dena Ornelas Oscar Sotero¹, Obeso Cortez Griselda Janeth¹, Rascon Mendoza Ezquiel², Gómez Domínguez Francisco Javier² y Granados Olivas Alfredo¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

²Junta Municipal de Aguas y Saneamiento
oornelas@uacj.mx

Communities located in the arid system of the Chihuahua desert get their freshwater supply chiefly from groundwater resources since almost none of the surface waters are perennial nor sustainable levels of raining are recorded. Ciudad Juárez, one of the most dynamic communities located in the Chihuahua desert, demands an ongoing groundwater exploration strategy in order to supply freshwater to its fast growing population. To do so, geophysical surveys, gravity and Time Domain Electromagnetic (TDEM), have been conducted at the South Westerly city's territorial reserve over terrains planned to be developed. A total of 800 gravity stations and 25 TDEM were collected and modeled with the primary specific goal of determining the limestone basement geometry and the thickness and composition of the overlying sedimentary package. The geophysical findings determined the location of an exploratory well to calibrate the subsurface geology. Basement topography and sediment fill maps were produced, and the ultimate and overall goal of locating a fresh water supply well yielding more than 40lt/s was achieved.

GEOH-2

ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO HUEHUETLAN EN LA PORCION NORESTE DEL ESTADO PUEBLA

Martínez Ruiz Gerardo, Morales Carrera Sara Nohemí y Aquino Flores Judith
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gerardomartinezuiz_@hotmail.com

El propósito del estudio efectuado fue para determinar la génesis de la cuenca, su control estructural, así como su secuencia litoestratigráfica y su granulometría, para determinar la red de flujo dentro de la cuenca.

El área de estudio comprende un área de 30 Km. localizado a 45 Km; al noreste de la Ciudad de Puebla, por la carretera Huehuetlán Izúcar de Matamoros,

. fisiográficamente la zona comprendida en la porción sureste de la Sierra del Tenzo y la Sierra Madre del Sur, Geomorfológicamente la zona presenta un metamorfismo regional, tomando como referencia lo propuesto por Ortega – Gutiérrez (1975), y lo observado en campo.

Por lo que concluimos que la cuenca es de origen tectónico. Está se encuentra rodeada por estructuras plegadas y fracturadas compuestas principalmente de rocas metamórficas (gneis, esquistos, filitas), sedimentarias (calizas, lutitas) y algunos cuerpos ígneos, todas estas intemperizadas.

Hidrogeológicamente encontramos una cuenca conformada por drenajes radiales que convergen hacia las zonas bajas, también encontramos cinco manantiales (Azuchilera, Exoyohualco, Tlaxomulco, Ahuahuatza y Ticruz) de pie de monte que descargan en dos ríos afluentes (ojo de agua y bravo). Que convergen en el río Huehuetlán. Dentro de la cuenca encontramos 8 pozos someros perforados en las márgenes de los ríos; geológicamente la cuenca está formada por rocas metamórficas del Paleozoico como basamento, cubriendo discordantemente; en esta encontramos depósitos del Terciario correlacionables con la formación Coatzingo depositados alternadamente de sedimentos lacustre y aluviales, de los que destacan arcillas (color rojas, verdes, cremas) arenas color oscuros de grano fino a medio, limos arcillosos (color gris, blancas); así como también conglomerados poligmíticos con clastos de calizas redondeados emplazados en una matriz arenosa, también encontramos esporádicamente calizas tipo mudstone de color gris así como también de color blanco por la disolución de calcio, así como la presencia de lentes de yesos (espato satinado, silvita), en arcillas

Por lo que el modelo conceptual de la cuenca considerando está compuesto por dos tipos de acuífero (libres, acuitardos) contenido en un medio poroso granular semiconsolidado, con espesores que van de 100 m en los márgenes, a 200 m en el centro con una estratificación arritmica y discordante; con detritos intercalados de grueso a finos por la presencia de arcillas, arenas, limos y conglomerados

GEOH-3

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAACHILA, OAXACA, MÉXICO, COMO BASE PARA UN MANEJO RACIONAL DEL RECURSO

Belmonte Jiménez Salvador I.¹ y Campos Enriquez Oscar²

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Oaxaca

²Instituto de Geofísica, UNAM

sjimenez@ipn.mx

Se realizó un estudio multidisciplinario en el Valle de Zaachila, Oaxaca, México con el propósito de conocer las características hidrogeológicas, y obtener un modelo numérico del sistema acuífero que actualmente se explota y es fuente de abastecimiento a la ciudad de Oaxaca y otras comunidades conurbadas en un 90%.

Para determinar las características geológicas tectónicas regionales de la zona, se efectuaron estudios geofísicos a partir de mediciones gravimétricas y magnetométricas determinándose la profundidad del basamento geohidrológico. La interpretación de los datos de estos métodos indica que se trata de una fosa de origen tectónico tipo semigraben, cuya firma geofísica se relaciona con la falla de Oaxaca, siendo el límite entre los terrenos tectonoestratigráficos Zapoteco al poniente y Cuicateco al oriente.

Para conocer la geometría del acuífero libre que corresponde a la parte somera, se aplicaron métodos geofísicos de resistividad y electromagnéticos, es así que se realizaron 35 sondeos eléctricos verticales (SEV), 5 perfiles electromagnéticos usando bobinas EM-34, cuya interpretación por la técnica de inversión de datos permitió elaborar secciones geoelectricas donde se infiere la resistividad y espesores de la alternancia de materiales granulares cuya estratigrafía corresponde a una mezcla heterogénea de arenas, gravas y lentes arcillosos.

También se utilizó el método sísmico de refracción en la parte central del valle para corroborar los resultados obtenidos con los métodos de resistividad y EM-34. Los resultados indican que la velocidad de la zona aluvial es aproximadamente 6 veces mayor que la del primer reflector que constituye el basamento geohidrológico.

Para conocer las propiedades geohidrológicas como transmisividad hidráulica, se realizaron pruebas de bombeo, y con la información del espesor de la zona saturada, se determinó la conductividad hidráulica. La porosidad estimó a partir de la formula de Archi, y pruebas de campo. La piezometría se obtuvo midiendo los niveles freáticos y la cota en los pozos con un GPS postproceso.

Resultados preliminares a traves del modelado numerico, indican que se empiezan a formar zonas de abatimientos en la parte central del valle debido a la sobreexplotación del acuífero, aunado a la deforestación, cambio de uso del suelo y del clima. Ademas la contaminación por el Río Atoyac que cruza este valle juega un papel importante en la calidad de éste.

La simulación del sistema acuífero ha puesto de manifiesto los cambios significativos que se han reflejado en la disminución de los niveles potenciométricos, y ha puesto en evidencia los riesgos que se corren de seguir el mismo sistema de explotación del vital líquido.

GEOH-4

DETERMINACIÓN DE ÁREAS CON MAYOR SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIALIDAD ACUÍFERA; BASADA EN MÉTODO DE EXPLORACIÓN ELÉCTRICA (SEV), EN EL MUNICIPIO DE TEPEYANCO TLAXCALA

Flores Flores Alfredo, Vázquez Serrano Alberto, Muñoz Máximo Ignacio y Canales Meza Andrea
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
alfred_ff@hotmail.com

El área de estudio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas entre los 19 grados 15 minutos latitud norte y 98 grados 14 minutos longitud oeste, ubicado en el Altiplano Central Mexicano a 2 260 metros sobre el nivel del mar. Regionalmente comprenden las Cuencas de varios ríos importantes en cuanto a su longitud y caudal, mismos que controlan el patrón de circulación de las principales corrientes, siendo las siguientes: Zahuapan, San José Amaxac, La Mancera y el río Atoyac (Enciclopedia de Municipios de México). Los recursos hidrográficos localmente está constituido por arroyos de caudal permanente; arroyos con caudal sólo durante la época de lluvias; su clima se considera semiseco templado, con Régimen de lluvias en los meses de Mayo a Septiembre y parte de Octubre. La precipitación promedio mínima registrada en el Municipio es de 1.8 milímetros y la máxima de 249.6 milímetros. INEGI (1994). El territorio de Tlaxcala queda comprendido Geomorfológicamente dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico y la subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac; (Atlas Nacional de México 1990). Hasta el momento se ha realizado un reconocimiento geológico superficial donde observamos afloramientos de Andesita, Basalto, Brecha Volcánica. Apelando esta información ala Formación Tlálloc y Formación Tarango, descritas por Castro G. R. (1999); Tezontle que probablemente pertenecen al terciario superior y el suelo lacustre limo-arenoso de color blanco del terciario inferior que fue cortado por Derrame de Emisión volcánica producido por una falla normal, toda está estructura es cubierta por pseudoestratificación de productos Piroclásticos por erupción del Volcán Malinche del pleistoceno. (Alba-Aldave et al., 1996). En la zona del valle encontramos material Aluvial, Limolitas, Areniscas y Gravas de granulometría de baja a mediana. INEGI(1986). El agua es el recurso más valioso e indispensable

para el progreso de una localidad; así como para la Comunidad Mundial. Se aplicó el Método de Prospección Eléctrica (SEV) para determinar las áreas de mayor potencial y susceptibilidad acuífera dentro del Municipio; también sirvió para ver las diferencias litológicas y estructurales del subsuelo de cada posible zona potencial. Este trabajo fue requerido por los habitantes por lo que tienen proyectos de producción agrícola principalmente; que con ello les permite optimizar costos y tiempo de exploración garantizando puntos específicos para un mejor aprovechamiento y distribución de este vital líquido en sus cultivos; ya que de esta producción agrícola depende el sustento económico, social, cultural, a sí como contribuir al abasto de alimentos del estado y país.

GEOH-5

EXPERIENCIAS EN LA EXPLORACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA TRANSICIÓN DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL Y EL ALTIPLANO, MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN

Masuch Oesterreich Dirk, Yutsis Vsevolod, Krivosheya Konstantin, Garza Juan Arturo y Tamez Ponce Antonio
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
gis@fct.uanl.mx

La zona de la transición entre la Saliente de Monterrey y el Altiplano Mexicano en el Estado de Nuevo León es un área de generalmente pocos recursos de agua potable aptos para el consumo humano. En el Municipio de Galeana, NL, una parte de la población ejidal no tiene acceso a suficientes fuentes de agua para satisfacer las necesidades. Las fuentes de agua existentes comprenden pozos profundos, norias y manantiales de poco gasto o de aguas saladas.

Durante el 2008 y el 2009 se llevaron a cabo estudios hidrogeológicos con el fin de determinar sitios para la perforación de pozos de agua potable en siete ejidos del Municipio de Galeana. Para la determinación de estos sitios se contaron con experiencias previas de estudios hidrogeológicos en la Curvatura de Monterrey.

Se buscaron el agua dentro de las formaciones calcáreas de la región, de preferencia dentro de la formación Cupido, perforando en los flancos de los sinclinales, siempre y cuando la accesibilidad del terreno permitió la operación del equipo de perforación.

Cinco de los siete pozos están completados hasta este día, con presencia de agua de calidad potable en todos los cinco pozos. Los gastos varían entre 5 a 10 l/s. Se encontraron el nivel piezométrico a profundidades de 30, 130, 150, 198 y 248 metros, respectivamente.

Los sistemas hidráulicos en la zona estudiada son sistemas profundos que requieren un entendimiento estructural de la posición de los pozos en relación al acuífero. Se verificó el concepto que los flancos de los sinclinales presentan zonas de mayor potencial de presencia de agua. En un caso fue posible localizar y alcanzar con un pozo la facies arrecifal dentro de la formación Cupido, lo cual resultó en el pozo de mayor gasto de esta campaña de exploración.

Uno de los pozos pendientes está perforado actualmente en la formación Zuloaga en el núcleo de un anticlinal invertido, por la falta de la presencia de los acuíferos cretácicos.

Se presentarán los modelos geológico-estructurales de la posición de los siete pozos y el razonamiento para la determinación del lugar.

GEOH-6

VERY HIGH RESOLUTION SEISMIC PROFILING IN THE CERRO PRIETO WATER RESERVOIR, NE MEXICO: BOTTOM TOPOGRAPHY, RECENT SEDIMENTATION AND WATER BALANCE

Yutsis Vsevolod¹, Levchenko Oleg², Jens Lowag³, Krivosheya Konstantin¹, De León Gómez Héctor¹, Kotsarenko Anatoly⁴, Masuch Oesterreich Dirk¹, Estrada Solís Ana¹ y Perales Martínez Brenda¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Shirshov Institution of Oceanology, Academy of Sciences of Russia, Moscow, Russia

³INNOMAR Technologie GmbH, Rostock, Germany

⁴Centro de Geociencias, UNAM
vyutsis@hotmail.com

Cerro Prieto Dam is located 130 kms. SE of Monterrey and 20 Kms. NE of Linares and it is one of the principal sources of potable water of Monterrey, industrialized city with a population of about four million inhabitants. Cerro Prieto water reservoir is characterized by very high velocity of recent sedimentation, high sub-bottom seepage and erosion, and as a result, nonlinear water balance. These phenomena never were studied since construction of the dam in the beginning of 1980th. So the goal of our work was to investigate the bottom topography and also sub-bottom near surface structure using the parametric acoustical effect.

High-resolution sub-bottom profiling, using the Innomar SES-2000 compact echosounder, was carried out in Cerro Prieto Dam during February-April of 2008. The survey was conducted onboard of a small motor boat. The SES transducer was mounted on the front side of the boat using light metal pipe, and all electronic equipment was installed on the deck. Accurate positioning of the boat was reached

by GPS. Average speed was 8-10 km/h. Innomar's software tool ISE provides near real-time post-processing of the collected SES data and operation procedure could be corrected on-line. Acoustic signal ensured vertical resolution of 10-15 cm at acceptable penetration up to 15 m. Bathymetry map was compiled assuming average sound velocity of 1450 m/s.

The irregular bottom topography of Cerro Prieto dam was discovered. The present elevation of the water surface is about 181 m above sea level, and the lake depth varies from 1-2 to 28 m.

The SES records show a distinct bottom layer of recent sediments by 0.5 – 4 m thickness which follows reservoir floor topography. Very specific acoustic anomalies, which seem to be related with gas sediments, are observed. The integrated SES, gravity, magnetic and geoelectrical data interpretation allows assuming a series of the superficial fractures focused in a NW direction, perpendicular (NE-SW) to the general deep fault zone. Self-potential anomalies and natural electrical horizontal gradient are associated with north-east direction of the seepage flow. The strong negative SP anomaly (-90 mV) is associated with water infiltration through the fractures of the reservoir bottom. Preliminary estimation shows water loss by infiltration up to 30 billion of cubic meters per year.

Hydrological balance for the Cerro Prieto water reservoir has been analyzed for last two decades. The procedure comprises standard hydrological modeling as implemented in Arc/Info as well as a cell-based modeling of water depth and storage volumes. In both procedures the Digital Elevation Model for Linares and surrounding areas from INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática) was used. Grid spacing is 30 x 30 m. There are three types of water level fluctuations on the Cerro Prieto dam: long-term (yearly), seasonal (sub-annual), and short-term (daily) fluctuations. Fluctuations in Dam water levels result from several natural factors and human influences. Analysis of this data shows nonlinearity of hydrological cycle and, as a result, uncertainty in the water balance, which may range from 2.5 up to 30-35%.

GEOH-7

PROYECTO PRELIMINAR DE EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA EN LA POBLACIÓN DE SAN AGUSTÍN AHUEHUETLA Y SUS POSIBLES IMPLICACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN VALSEQUILLO PUEBLA

Muñoz Máximo Ignacio, Amador García Bernardo Ignacio y López Valdivia Erika Nallely
Laboratorio de Geofísica Computacional, BUAP
rexj24@yahoo.com

La presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo) ubicada en las coordenadas geográficas 18°54.20'42"N y 98°10.45'71"W a una altura promedio de 2064 msnm, ha sido ampliamente estudiada con la finalidad de poder obtener la recuperación de este cuerpo de agua que actualmente se encuentra con un alto nivel de contaminación, geológicamente el área se encuentra rodeada por depósitos de tobas, basaltos y andesitas de acuerdo a la información de la carta geológica Cuernavaca 1:250,000 del Servicio Geológico Mexicano. Estudios realizados durante el año 2008 por parte de investigadores de la BUAP revelaron la presencia de cobre inmerso en la composición química del agua del lago Valsequillo en porcentajes que alcanzaron máximos entre el 35 al 40%, estos resultados obtenidos en un principio fueron adjudicados a que alguna empresa establecida en la región vertiera este elemento implícito en el desalojo de sus aguas desecho. Gracias a los datos recopilados en un caminamiento geológico cercano a la población de San Agustín Ahuehuetla ubicado a 15 minutos al sur de la presa Manuel Ávila Camacho fue posible identificar en campo la presencia de lechos rojos (?) intercalados de manera intermitente con estratos delgados de roca caliza (10 a 20cm) que se encuentra en contacto con algunas arcillas verdes con un espesor variante de unos cuantos centímetros (5 -15cm) a algunos metros (2-4m) en superficie, en uno de dichos contactos se encontró preliminarmente en muestra de mano la presencia de malaquita (Carbonato de Cobre) en pequeñas cantidades dispuesta de manera paralela en una franja entre el contacto de los estratos de caliza, arcillas verdes y los lechos rojos(?). La presencia de este mineral de cobre podría implicar una afectación directa en la calidad del agua durante el proceso de recarga de los acuíferos o bien incorporarse de manera directa al entrar en contacto con algún cuerpo de agua, por ello se plantea la necesidad de emprender un estudio geológico detallado así como la aplicación de los métodos geofísicos magnético y eléctrico para poder entender de manera precisa la distribución espacial de los minerales de cobre y la distribución espacial de los acuíferos subterráneos cercanos a esta localidad, identificando plenamente si existe o no una relación entre los niveles de cobre reportados en el lago Valsequillo con las manifestaciones minerales de carbonato de cobre detectadas parcialmente en esta población.

GEOH-8

CONSTRUCCIÓN DE UN SIG, PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN DE UN PROYECTO EMBLEMÁTICO DE CUENCA

Hernández Andrade Marco Antonio¹, Silva García José Teodoro², Ochoa Estrada Salvador², Villalpando Barragán Fabian² y Nava Velazquez Jaime²

¹El Colegio De Michoacán

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Michoacán
pin8@colmich.edu.mx

Una de las metas contempladas en el Programa Nacional Hídrico es la conceptualización e implantación de los proyectos emblemáticos asociados al agua. Se considera como un proyecto emblemático, aquel que es de alto beneficio social y que puede ser concluido en un período de cinco años, o bien que se puede lograr un avance sustantivo en dicho período que permita asegurar su continuidad y culminación en el mediano plazo.

Como medio facilitador del manejo de la información con temas multivariados, se creó el Sistema de Información Geográfica (SIG) del saneamiento integral de la cuenca del río Duero, a efecto de facilitar el análisis de los procesos ambientales y sociales que ocurren en la cuenca, así como para el uso posible en la toma de decisiones de parte de la CONAGUA como organismo desarrollador.

La cuenca del río Duero se ubica en el noroeste del estado de Michoacán y se delimita por las coordenadas 19°40' y 20°15' latitud norte y 101°45' y 102°45' longitud oeste. Perteneció a la jurisdicción administrativa No. VIII Lerma-Santiago-Pacífico, dentro de la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Santiago, específicamente en la denominada Subregión Hidrológica Bajo Lerma.

Los criterios considerados se basaron en exponer de manera gráfica los elementos cuantitativos y cualitativos propios del estudio. Se distinguen apartados que ilustran una descripción general de la cuenca; la problemática encontrada a través del diagnóstico general, las propuestas de solución enfocadas al saneamiento, resultados y análisis del taller de planeación participativa, identificación de actores clave y un programa de inversión del programa de acciones debidamente consensuado. Cabe advertir que las capas de información se pueden activar (visualizar) o desactivar voluntariamente como se explica en un manual de operación elaborado ex profeso.

GEOH-9

EVOLUCIÓN DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO EN LOS ÚLTIMOS 35 AÑOS EN LA COMUNIDAD LA MAGDALENA CUAYUCATEPEC, MUNICIPIO DE TEHUACÁN PUEBLA

Cid Villegas Gonzalo, Vázquez Serrano Alberto y Ramón Márquez Víctor Manuel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gozalo21xy@hotmail.com

La Magdalena Cuayucatepec es una comunidad perteneciente al municipio de Tehuacán Puebla, que se localiza a 12 Km al noroeste de la Ciudad, siendo una comunidad con menos de 10,000 habitantes, es una de las principales junta auxiliares que abastece de agua potable a la Cd. Tehuacán desde hace más de 10 años, sin embargo, la población tiene una gran carencia del servicio de agua potable. Contando con 10 colonias, existe un gran desabasto del servicio en 5 de ellas.

El presente trabajo tiene como objetivo primordial establecer la evolución de los niveles piezométricos del acuífero dentro de la población, además de la definición de los posibles mecanismos que han influido en el desarrollo del acuífero en los últimos 35 años. Esto a través de un levantamiento de encuestas y entrevistas realizadas a los pobladores de las colonias que presentan una mayor cantidad de pozos noria y el del monitoreo de algunos dentro de la comunidad.

La zona de estudio fue conocida, como una población agrícola muy prospera, debido a la gran cantidad de agua con la que contaba, hace ya más de 35 años, inclusive, llegó el momento en que la misma comunidad empezó a inundarse, lo cual hizo emigrar a los pobladores a las partes topográficas más elevadas. Debido a la basta cantidad de agua con que contaba la junta auxiliar se decidió ceder agua para la Cd. de Tehuacán, colocando así 5 pozos profundos que alimentan a la cabecera municipal.

Hoy en día, de encontrar el agua a menos de un metro, el NAF se encuentra a más de 10 metros, además de notar variaciones laterales en los niveles piezométricos considerables a distancias muy cortas. Si bien el descenso de las aguas dentro de la población se debe a la sobre explotación que se ha dado en el acuífero, no es el único mecanismo que ha influido de manera considerable para el abatimiento de los niveles de agua en la comunidad, ya que uno de los factores cruciales en este fenómeno es la gran cantidad de fracturas y fallas que se encuentran debajo de toda la zona de estudio, además de los sismos registrados en la región que pudieron activar, frenar o reactivar dichas fracturas y fallas.

GEOH-10

MODELACIÓN DE ZONAS DE RECARGA EN EL ACUÍFERO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Hernández Rendón María del Carmen¹ y Álvarez Béjar Román²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM
carmen_mex@yahoo.com.mx

Se presenta la aplicación de un modelo numérico que simula el flujo de agua subterránea en la zona de Milpa Alta Xochimilco con el propósito de que sea una herramienta para evaluar el balance hidráulico en diferentes escenarios de explotación. La región de estudio se ubica al sur de la Cuenca del Valle de México y es una de las principales zonas de recarga del acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En el norte y noreste se ubica un campo de pozos operado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) que explican la fluctuación en los niveles estáticos, mostrando un abatimiento promedio de 78 cm. por año. El modelo se desarrolló con base en sistemas de información geográfica por las ventajas que presenta para el manejo integrado y sistemático de la información y porque brinda la posibilidad de correlacionar variables de tipo sociodemográfico y económico con la información que proporcionan modelos físicos. Se utilizó un valor máximo de 4 x10⁻⁴ m/s para la conductividad hidráulica, K, y de 0.07 para el coeficiente de almacenamiento, S. Tomando en cuenta la información proporcionada por el SACM y la distribución de pozos en la región se definieron cuáles de éstos serían puntos de observación para validar los resultados de la simulación. La geometría en 3-D se construyó de acuerdo con la información geológica disponible así como con la carta topográfica y el modelo digital de elevación escala 1:50,000 elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para estimar la recarga, se tomaron en cuenta: precipitación, evaporación, uso del suelo, vegetación, tipo de suelos y topografía. Se empleó información climatológica producida por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La ecuación de flujo se resolvió con el método de elemento finito utilizando elementos triangulares que son apropiados para el tratamiento de problemas en geometrías irregulares. Se introdujo la aplicación del esquema 'theta' de descomposición de operadores de tal forma que se obtuvo un método de dirección alternante que resulta eficiente desde el punto de vista computacional. La interacción de la zona de estudio con el sistema regional se cuantificó mediante las condiciones de frontera. Los algoritmos se desarrollaron en Matlab debido a que en este ambiente de programación es posible ejecutar simulaciones sin necesidad de usar interfaces para incorporar datos y visualizar resultados en sistemas de información geográfica, además de que se pueden generar archivos para desplegar resultados en servidores Web. El modelo reproduce de manera aceptable aunque parcial los niveles estáticos. Para obtener resultados más precisos se requiere información consistente, así como caracterizar adecuadamente el medio fracturado y representarlo explícitamente en el modelo.

GEOH-11

MODELO DE FLUJO DEL ACUÍFERO DE SAN LUIS POTOSÍ, SLP.

Kohn Ledesma Ingrid Alejandra¹, Flores Márquez Elsa Leticia¹ y Escolero Fuentes Oscar²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

ingridkl@gmail.com

El acuífero de San Luis Potosí, tiene problemas graves como son: un creciente abatimiento en los niveles potenciométricos, altas concentraciones de flúor en algunas zonas, baja recarga por precipitación, contaminación en el acuífero somero, entre otras.

Por consiguiente, se desarrolló un modelo de flujo en 3D con el software Visual Modflow, para proporcionar alternativas de explotación para el año 2015, de manera que se produzca un menor desequilibrio al acuífero. El modelo se integró con la topografía de la zona obtenida de INEGI, sondeos eléctricos verticales realizados por A. Cardona, e información sobre litología y extracciones obtenidas de CONAGUA e INTERAPAS (organismo responsable de la distribución de agua potable en la conurbación de SLP). Posteriormente se simuló escenarios de extracción con distintas tasas de crecimiento poblacional anual, distintos caudales de bombeo y cambiando también la localización de los pozos de extracción.

Los resultados obtenidos muestran que al aumentar la extracción debido al aumento poblacional, el área correspondiente a un cierto abatimiento, duplica su área de influencia sin que necesariamente se haya duplicado el número de habitantes. Por otro lado, el modelo también muestra que si se reduce un 30% la extracción de la zona con mayor abatimiento (Ciudad de San Luis Potosí y su zona Industrial), hay una recuperación de 10 metros en el nivel del agua en 7 años. Y el resultado más importante, es que se observó que si se reubican a un costado de la Sierra de San Miguelito, algunos de los pozos localizados en la Cd. de SLP, los cuales extraigan el mismo 30% del volumen que se redujo en los pozos de la ciudad, el abatimiento permanece sin cambio, permitiendo extraer el volumen de agua que demanda la población, sin crear un mayor desequilibrio en el acuífero.

GEOH-12

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PRUEBAS DE BOMBEO EN SITIOS GEOLÓGICAMENTE HETEROGÉNEOS

Ochoa González Gil Humberto, Carreón Freyre Dora y Ortiz Villaseñor Ignacio
Centro de Geociencias, UNAM
 gil@geociencias.unam.mx

La interpretación de pruebas de bombeo ha estado basada, desde hace varias décadas, en soluciones propuestas por diferentes autores que asumen que el acuífero debe satisfacer condiciones restrictivas en relación a su homogeneidad, continuidad, isotropía, horizontalidad, etc. Es claro que en la mayor parte de los casos estas hipótesis no reflejan las condiciones geológicas que prevalecen en los sitios de estudio. Para este trabajo se han realizado pruebas de bombeo en el Valle de Querétaro en sitios con variaciones estratigráficas documentadas por lo que no se pueden utilizar los métodos de interpretación gráficos convencionales. De acuerdo a nuestro trabajo de correlación litológica de pozos en estos lugares existe heterogeneidad de materiales tanto en el sentido vertical, por los procesos de depósito y emplazamiento de materiales volcánicos y sedimentarios, como en el sentido horizontal por la presencia de fallas geológicas. Además, en algunos sitios de estudio se ha documentado la presencia de flujos locales, intermedios y regionales.

Intentar una interpretación suponiendo que las fallas geológicas son una frontera funcionando como un punto de recarga o una barrera, además que el flujo es totalmente horizontal y en sentido únicamente radial hacia el pozo; podría llevar a una estimación de parámetros hidráulicos que no reflejen las verdaderas propiedades de los materiales.

Las pruebas realizadas en tres pozos tuvieron una duración variable entre 24 y 72 horas de bombeo, en dos de estos pozos el caudal fue constante y en el tercero fue variable. Para medir el abatimiento en el pozo de extracción se instalaron sensores automáticos de nivel y temperatura, además se tomaron muestras de agua para medir en campo parámetros físico-químicos como sólidos disueltos, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, condiciones de oxido-reducción. También se obtuvieron muestras para caracterización hidrogeoquímica en laboratorio.

En todos los pozos se observó una correlación entre cambios de nivel y de temperatura sin embargo la forma de las curvas tiempo vs. abatimiento no se ajusta en toda su longitud con la configuración que tendrían las curvas teóricas para sistemas acuíferos que cumplan las hipótesis mencionadas. En dos pozos estas curvas coinciden en el tramo inicial para ciertos valores de conductividad y en el tramo final para diferentes valores, lo que corrobora la heterogeneidad del sistema.

Con el fin de integrar la heterogeneidad geológica al comportamiento hidráulico del sistema se realizaron modelos matemáticos computacionales con el programa MODFLOW. Estos representan geoméricamente la distribución de los materiales en los sitios en donde se realizaron las pruebas de bombeo. El uso de estas simulaciones permitió calcular el abatimiento teórico para diferentes configuraciones de condiciones de frontera y para diferentes propiedades hidráulicas de los materiales. Con este análisis se determinó la dinámica del agua subterránea en los alrededores de los sitios estudiados y la influencia de las fallas geológicas como parte del sistema de flujo.

GEOH-13

ACTUALIZACIÓN DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL ACUÍFERO DE GUAYMAS, SONORA

Manjarrez Guerrero Delia Guadalupe, Vega Granillo Eva
 Lourdes, Meza Figueroa Diana María y Herrera Carbajal Socorro
Universidad de Sonora
 geol_deliang@hotmail.com

El presente trabajo forma parte de un proyecto para aplicar el modelo matemático Visual Modflow para prevenir la entrada de agua de mar al acuífero del Valle de Guaymas, Sonora, así como proponer una posible remediación del área ya afectada por la intrusión salina.

El modelo Visual Modflow es una interfase gráfica, cuyo núcleo es el paquete de modelación de acuíferos Modflow elaborado por el USGS. El Modflow es un modelo numérico que simula el flujo de agua subterránea, utilizando el enfoque de diferencias finitas centradas en un bloque.

Inicialmente, se hará un modelo de flujo que determine la velocidad y dirección de movimiento del agua subterránea. Si se cuenta con los datos suficientes, se hará un modelo de transporte del agua salina que está entrando al acuífero.

Para el modelo de flujo, se determinarán las entradas y salidas de agua al sistema. Las entradas consideran el marco hidrogeológico, las condiciones de frontera, las propiedades hidráulicas del acuífero, y la distribución y magnitud de los parámetros geohidrológicos (flujo horizontal, recarga vertical, evapotranspiración, bombeo o inyección de agua, etc.). Las salidas determinan las cargas hidráulicas y las velocidades de flujo subterráneo.

Esta ponencia muestra los avances que se tienen a la fecha respecto a los datos de entrada, como los cálculos de algunos parámetros hidrológicos (precipitación, escurrimiento y evapotranspiración) y el establecimiento del marco hidrogeológico

(trabajo de reconocimiento geológico y muestreo hidrogeoquímico). Asimismo, se presenta la discretización espacial del acuífero.

GEOH-14

MANEJO DE RECURSOS HIDRÁULICOS EN LA CUENCA DE MÉXICO: ESTADO ACUTAL Y ESCENARIOS ALTERNATIVOS

Carrera Hernández Jaim
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
 jaime.carrera@ipicyt.edu.mx

Las políticas de manejo de recursos Hidráulicos en la Cuenca de México, donde se encuentra la Ciudad de México y sus cerca de 20 millones de habitantes son analizadas en este trabajo. Después de una breve descripción de cómo el agua ha sido manejada, diferentes alternativas de manejo que pueden cambiar la situación actual son discutidas y se hace un llamado a cambiar la actitud defensiva que se ha tenido en el manejo del agua desde la fundación de la Ciudad hasta nuestros días. Debido a que el costo de reemplazo del acuífero es considerado como la pauta para la adecuada implementación de tarifas de suministro de agua, es determinado mediante el costo de posibles fuentes de agua futuras. El costo de reemplazo varía entre 0.65 y 0.72 USD/m³, lo cual corresponde al doble de la tarifa actual del Distrito Federal (0.34 USD/m³), donde el 45% de los usuarios de agua doméstica de la Ciudad se localizan. Como alternativa, el desarrollo de un programa de recarga artificial al acuífero es también analizado, encontrando que es una posible vía para aumentar el suministro de agua, con un costo unitario de 0.605 USD/m³. A pesar de la existencia de estas alternativas, se sugiere que el manejo de los recursos hidráulicos en la Cuenca de México cambie en la forma en la que se realiza, enfocándose en el manejo de la demanda de agua y no en incrementar el suministro. Se recomienda el uso de un modelo hidrogeológico integral para el desarrollo de políticas adecuadas para el adecuado manejo del agua en la Cuenca de México.

GEOH-15

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN RÍO BLANCO, JALISCO, MÉXICO

Peña García Laura Elizabeth¹, Maciel Flores Roberto¹, García Velasco Javier¹,
 Madrigal Ortiz Miguel², Guzmán Arroyo Manuel² y Rosas Elguera José²

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara
 plaurae@gmail.com

El área de estudio, Río Blanco, es una zona rural; ubicada en la parte oriental del municipio de Zapopan, Jalisco.

Guadalajara requiere tanto el agua superficial como la subterránea para satisfacer las necesidades de su población. Las principales fuentes de abastecimiento de agua son Chapala (70%) y subterránea (30%), proveniente de los acuíferos ubicados en Toluquilla – Atemajac; siendo la última región mencionada, el área de estudio.

En la zona de Río Blanco se ha definido que existen dos acuíferos, uno somero (< 20 m), que tiene como base un flujo piroclástico definido como una ignimbrita y es accesible por medio de norias; y otro profundo (> 50m) cuya base es una andesita, la comunicación entre ambos se da por medio de fracturas y fallas, así como la porosidad primaria de las rocas subyacentes. El acuífero somero es aprovechado por los lugareños como agua potable y riego de sus parcelas; de igual manera el profundo ha sido sobreexplotado por medio de pozos, por parte del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), con el fin de suministrar agua a la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Los acuíferos aprovechados por la población de Río Blanco, Jal., tiene una recarga regional en el mismo municipio de Zapopan Jal. Esta zona de recarga, está amenazada por la deforestación, impermeabilización del suelo por actividades urbanas, excesiva extracción de agua por medio de pozos profundos y presencia de fuentes generadoras de contaminantes. Hasta la fecha se ha dado un abatimiento del nivel freático de 100 m en algunos pozos (Universidad de Guadalajara, 2006). Históricamente la cuenca de Tesistán (Cortes, 1993), no tiene un buen manejo.

Más del 40% de la morbilidad mundial se atribuye a factores ambientales, en donde los principales afectados son niños menores de cinco años de edad, este grupo representa aproximadamente el 10% de la población mundial (Prüss-Üstün & Corvalán, 2006).

En el presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por Martínez de Bascaran (1979) para el análisis del Índice de Calidad del Agua (ICA), la cual es ampliamente utilizado debido a su diseño sencillo y a que permite incluir X número de variables en la integración, previa ponderación de su magnitud; siendo entonces aplicable a series de datos, tanto numerosas como pequeñas.

Se ubicaron 30 sitios de muestreo. El periodo de estudio fue 2007 y 2008. Se realizaron 2 muestreos uno durante la temporada de estiaje y otro posterior al periodo de lluvias. Durante el muestreo del 2007 el ICA fue en 57% de los sitios de muestreo, aceptable; 33% fue de levemente contaminada y 10% contaminada. Para el 2008, el ICA en 63% de los sitios de muestreo fue aceptable, 30% fue levemente contaminada y 7% contaminada.

Los parámetros que más contribuyeron a la disminución de la calidad del agua en 2007, fueron los nitratos, pH y oxígeno disuelto. En 2008 los parámetros que mermaron la calidad del agua fueron: nitratos, nitritos, pH, oxígeno disuelto, cloruros, sulfatos, coliformes totales y los sólidos disueltos.

GEOH-16

AGUA DE NORIAS Y POZO CON ALTAS CONCENTRACIONES DE NITRATOS Y NITRITOS, Y EFECTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MENOR DE CUATRO AÑOS, EN RÍO BLANCO, JALISCO, MÉXICO

Peña García Laura Elizabeth¹, Maciel Flores Roberto¹, García Velasco Javier¹,
Madrigal Ortiz Miguel², Guzmán Arroyo Manuel² y Rosas Elguera José²

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara
plaurae@gmail.com

El área de estudio, Río Blanco, es una zona rural; ubicada en la parte oriental del municipio de Zapopan, Jalisco, México. Se ha definido que existen dos acuíferos, uno somero, que tiene como base un flujo piroclástico definido como una ignimbrita y es accesible por medio de norias; y otro profundo cuya base es una andesita, la comunicación entre ambos se da por medio de fracturas y fallas, así como la porosidad primaria de las rocas subyacentes. Es un área de infiltración del acuífero en donde se desarrollan actividades predominantemente agrícolas, para lo cual se requiere una gran cantidad de agroquímicos, mismos se que lixivian y contaminan los acuíferos con nitratos y nitritos; siendo esta agua, de donde la población de Río Blanco, abastece sus necesidades por medio de norias.

En países en vías de desarrollo, como México, los niños tienen 13 veces más probabilidades de morir, antes del quinto año de vida. Algunos factores que favorecen esta situación son: la carencia de agua potable, instalaciones sanitarias inadecuadas, vivienda insalubre, presencia de fauna nociva o vectores, contaminación del aire interior de las viviendas y exposición a sustancias peligrosas (UNEP, 2002).

El nitrógeno es un ingrediente básico de los fertilizantes artificiales. El uso, a nivel mundial, de los fertilizantes subió de menos de 14 millones de toneladas en 1950, a 135 millones de toneladas en 1996. Otra fuente de nitrógeno en agua subterránea, son las descargas de agua residual sin tratamiento. Generando en consecuencia, metahemoglobinemia en niños bebedores de agua subterránea (UNEP, 2002), (OMS, 2003) y (OMS, 2008).

En la comunidad de Río Blanco existe el riego de que la salud de los niños menores de cuatro años se pueda ver afectada, debido a varios factores. El primero es que en la cuenca, históricamente, la actividad predominante fue la agricultura. El segundo, son las fosas sépticas que en la comunidad alguna vez se construyeron. El tercero, es que 58.3% de los habitantes de Río Blanco utilizan el agua de noria para la preparación de sus alimentos y el hecho de que los lactantes sanos bebedores de agua de noria, entre 4 y 6 meses, tienen una mayor predisposición de padecer metahemoglobinemia. Los factores que favorecen este padecimiento son la inmadurez en el sistema metahemoglobina reductasa, mayor susceptibilidad de la hemoglobina fetal a ser oxidada y un pH gástrico elevado que promueve el sobre crecimiento bacteriano con mayor transformación intestinal de nitratos en nitritos, que son tóxicos. Otro factor de riesgo que, aunado a todos los anteriores, favorece aun más a padecer metahemoglobinemia son los alimentos. Entre los que se encuentran las zanahorias, que son consumidas por el 63% de los niños, las salchichas (75% de los niños las comen), el jamón (71%), tocino (50%), chorizo (54%) y queso de puerco (13%). Un dato relevante es que, el 58% de los niños se encuentran expuestos al tabaquismo pasivo. Finalmente el haber encontrado en 23.3% en 2007 y 25.9% en 2008, de los sitios de muestreo concentraciones de nitratos superiores a 10.00 mg/l.

GEOH-17

HIDROMETEOROLOGÍA DE LA ZONA MONTAÑOSA DE SINALOA ENFOCADA AL ESTUDIO DE LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA

Santana López Pedro¹ y Brito Castillo Luis²

¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Sonora
p.santana@live.com.mx

La disponibilidad de agua en la región montañosa de Sinaloa es dependiente de la alta variabilidad de las lluvias, y donde además la población es altamente vulnerable a la disponibilidad de recursos hídricos (tanto en cantidad y calidad). Con el fin de identificar estas aéreas vulnerables, se realiza un estudio para observar donde existe un deterioro de la calidad físico-química del agua para consumo humano y uso agropecuario, y así explorar la relación causa-efecto según la temporada de secas o de lluvias. Estos estudios se llevaron a cabo realizando campañas de monitoreo piezométrico y de toma de muestras de agua bajo tres condiciones: antes, durante y después del temporal de lluvias en la zona de los Altos de Sinaloa. El análisis de parámetros físico-químicos en las muestras se hizo in situ, con ayuda de un YSI en el mismo lugar de la toma, y además se llevo a cabo una recolección de muestras, a las que posteriormente se les realizaran diferentes análisis físico-químicos, de nutrientes y microbiológicos,

en un laboratorio acreditado. Los resultados de análisis de laboratorio serán procesados mediante técnicas estadísticas de análisis multivariado, como el método de funciones empíricas ortogonales con objeto de identificar los modos de variación espacial más importantes, y el consecuente estudio de relaciones causa-efecto mediante la identificación, atribución y consecuencias. El estudio forma parte del proyecto de tesis de maestría del primer autor.

GEOH-18

PREDICCIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS LIGEROS NO ACUOSOS EMPLEANDO DATOS HIDROGEOLÓGICOS DE CAMPO Y MODELOS ANALÍTICOS

Hernández Espriú Antonio y Arias Paz Alberto
Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM
ahespriu@iciti.unam.mx

En esta investigación se presenta un análisis predictivo de la recuperación de producto libre de hidrocarburo (LNAPL) empleando datos hidrogeológicos de campo y modelos analíticos. El área evaluada corresponde a un sitio agrícola localizado a 35 km al noroeste de Guadalajara (Jalisco, México), donde se derramaron cerca de 600,000 litros de diesel que impactaron cenizas volcánicas y depósitos piroclásticos poco consolidados de composición ácida e intermedia. Estos materiales geológicos forman un acuífero somero (colgado) que hidráulicamente se comporta como libre y su uso se destina al riego de la región. La profundidad del nivel estático varía de 5 a 9.5 m, su espesor saturado se estima que es de 20 m y está separado del acuífero de abastecimiento (profundo) por un acuitardo muy poco estudiado.

Los objetivos se centraron en: (1) establecer el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero somero, (2) caracterizar la pluma de LNAPL y (3) predecir la tasa de recuperación de producto libre evaluando diversas estrategias de remediación. Para ello, se llevaron a cabo las siguientes actividades en el sitio contaminado: (a) prospección de gas en la zona no saturada (25 sondeos a 4 m de profundidad), (b) prospección geoeléctrica (11 sondeos eléctricos verticales a una penetración de investigación de 60 m), (c) perforaciones ambientales (17 en total) a profundidades variables de 6 a 15 m, (d) instalación de 11 piezómetros, (e) muestreo discreto de suelo, (f) muestreo y monitoreo del agua subterránea, (g) monitoreo de los espesores aparentes de LNAPL y (h) ejecución de slug tests (10 pruebas) interpretadas por los métodos de Hvorslev (1951), Bouwer y Rice (1976) y Bouwer (1989), Dagan (1978) y el modelo del Kansas Geological Survey (KGS Model, 1994).

Los datos de campo se analizaron con detalle y se aplicó el modelo API/Charbeneau (Charbeneau et al. 1999; Charbeneau et al. 2000 y Charbeneau, 2003) que se basa en soluciones analíticas que consideran las propiedades hidrogeológicas del medio y de los fluidos con un enfoque multifásico (agua-aire-hidrocarburo), para predecir, con base en modelos de flujo en medios parcialmente saturados (Brooks y Corey, 1964 y van Genuchten, 1980), la distribución vertical de la saturación de hidrocarburo y la permeabilidad relativa, así como la variación del volumen específico de hidrocarburo en función del espesor medido de LNAPL en los piezómetros instalados en campo.

Además, el modelo API/Charbeneau se utilizó para predecir la recuperación de LNAPL simulando las siguientes tecnologías: (a) pozos con skimmers, (b) pozos de extracción dual, (c) bioslurping y (d) recuperación con trinchera. La integración de los datos de campo y los resultados del modelo, permitieron optimizar la recuperación teórica de LNAPL en la subsuperficie para diseñar la mejor estrategia de remediación.

GEOH-19

EFECTO DE LA VARIACIÓN ESTACIONAL DEL NIVEL FREÁTICO EN LA REMEDIACIÓN DE UN ACUÍFERO CON PRESENCIA DE HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA

Saval Bohorquez Susana y Lara Guerrero Fernando
Instituto de Ingeniería, UNAM
ssavalb@ingen.unam.mx

En un terreno de tipo granular se registró la presencia de hidrocarburos fracción media cuya fase libre alcanzó el nivel freático local. Durante la recuperación del producto libre éste disminuyó sensiblemente cuando el nivel de agua ascendió en la temporada de lluvia. Con objeto de evaluar el efecto de la variación estacional del nivel del agua en las actividades de extracción se realizaron pruebas de permeabilidad tipo slug test, y se registró la variación del nivel estático (#NE) y del espesor de producto libre (#Ho), en lluvia y estiaje, respectivamente, durante tres años continuos. La conductividad hidráulica (Ka) promedio del acuífero es de 0.015 m/d, la evolución del nivel (#NE) registró un ascenso de 4.0 m, mientras que (#Ho) descendió 1.40 m, para el mismo periodo. La relación de (#NE) vs (#Ho) muestra una correlación negativa donde un ascenso de NE nivel reduce #Ho hasta en un 80%. Lo anterior, es resultado de la mayor viscosidad del hidrocarburo y de una menor conductividad de éste (KH) con respecto a la del acuífero (KH<Ka), así como al drenaje de la fase residual durante el descenso del nivel. Como una alternativa para aumentar la extracción de producto libre en época de estiaje se incrementó el número de pozos y se instalaron dispositivos de recuperación pasiva para el periodo de lluvia.

GEOH-20

INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO DEL SISTEMA ACUÍFERO DEL VALLE DE QUERÉTARO

Ortiz Villaseñor Ignacio¹, Carreón Freyre Dora¹, Barrón Medellín Ignacio Ponciano² y Gamez González Francisco Javier³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Comisión Estatal de Aguas de Querétaro

³Comisión Nacional del Agua, Querétaro
ioritz@geociencias.unam.mx

El nivel piezométrico del agua subterránea en el Valle de Querétaro, ha descendido en un rango de 3 a 170 m de profundidad en las últimas tres décadas. Se ha documentado que se trata de un acuífero multicapa en el que el flujo subterráneo está condicionado por la estratigrafía y estructura del subsuelo, en donde fallas y fracturas pueden actuar como barreras o canales de flujo (Carreón-Freyre, et al., 2005).

A medida que desciende el nivel piezométrico las variaciones estratigráficas y estructurales determinan complejos patrones de flujo, lo que se hace necesario sistemas de monitoreo confiables que permitan su identificación y caracterización. Se instrumentaron y monitorearon 10 pozos "testigo" a un nivel 2 o de semidetalle (Carreón-Freyre et al, en prensa) con sensores automáticos que miden nivel piezométrico y temperatura; se programaron en un régimen de intervalo fijo a cada hora. El notable intervalo de variación de estos parámetros indica la influencia de las condiciones geológicas locales para cada pozo. Por ejemplo, en un pozo ubicado cerca de la zona centro del Valle se registró un ascenso y descenso de 3.6 m en un intervalo de 8 meses, en contraste en un pozo ubicado al sur del Valle, cerca del Cerro El Cimatario, conserva un nivel casi constante durante el mismo periodo. Para un pozo localizado al Noroeste del Valle se registraron tres eventos "puntuales" de variación de nivel y temperatura con una relación inversa entre sí que podría indicar aportaciones locales.

Los datos obtenidos de los sensores se integraron al análisis de 5 años de evolución de la red piezométrica de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEAQ) para los años 2003 a 2007. Se generaron superficies piezométricas mediante una interpolación lineal, ubicando dos depresiones una en la localidad de San Pedro Mártir y otra en la zona Agrícola al Sur-Oeste del Valle.

GEOH-21

APLICACIÓN DE LA GEOESTADÍSTICA Y UN FILTRO DE KALMAN EN EL DESARROLLO DE REDES DE MONITOREO: CASO VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ

López Álvarez Briseida¹, Herrera Zamarrón Graciela² y Cardona Benavides Antonio³

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Universidad Autónoma de San Luis Potosí
briseida.lopez@ipicyt.edu.mx

El agua subterránea representa un recurso indispensable y único en muchos lugares como en zonas áridas. La implementación de una red de monitoreo permite obtener la disponibilidad y posibilidad de aprovechamiento del agua subterránea, además de determinar el estado y la detección o predicción de cambios. Debe ser una de las actividades más importantes para apoyar las estrategias y políticas de protección y conservación del recurso hídrico subterráneo. El acuífero de San Luis Potosí (SLP) está ubicado en la zona urbana de la capital del estado del mismo nombre con un área aproximada de 1,980 km² y constituye la principal fuente de abastecimiento de agua para todos los usos en casi el cuarenta por ciento de la población total del estado, además de contener la mayor parte de la actividad industrial. El crecimiento acelerado de la zona conurbada de SLP y el desarrollo industrial ha generado una mayor demanda de agua cuyo potencial es reducido, trayendo como consecuencia el aumento en la generación de aguas residuales, que sin un tratamiento adecuado, son utilizadas para riego de cultivos con un alto impacto en la contaminación del acuífero somero. Por lo anterior resulta evidente la importancia de la implementación de redes óptimas de monitoreo de los niveles y de la calidad del agua para el acuífero de San Luis Potosí.

A partir de un análisis geoestadístico y la aplicación de un método de optimización junto con un filtro de Kalman y la base de datos proporcionada por el área de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la red de monitoreo óptima de carga hidráulica del acuífero profundo quedó conformada por 35 pozos con un error cuadrático medio de 3.774 m² y que representa una reducción en la varianza total en un 95%. En la red óptima de calidad para el acuífero somero los parámetros utilizados fueron arsénico (As), conductividad eléctrica (CE), cloruro (Cl) y nitrato (NO₃), éstos se escogieron por la problemática de calidad del agua del acuífero somero y por el número de datos disponibles por arriba del límite de detección, quedó formada por 36 norias con una varianza normalizada total del 97%. La primera, monitorea el comportamiento de los niveles piezométricos del acuífero profundo y la segunda las variaciones en la calidad del agua subterránea del acuífero somero de San Luis Potosí.

GEOH-22

DISEÑO ESPACIO TEMPORAL DE UNA RED DE MONITOREO PIEZOMÉTRICA

Briseño Ruiz Jessica¹ y Herrera Zamarrón Graciela²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²Instituto de Geofísica, UNAM
jevabrir@hotmail.com

Las redes de monitoreo piezométricas permiten generar información de los niveles piezométricos en diversas localizaciones y tiempos de muestreo. Con estos datos se crean series de información histórica de la medición de los niveles piezométricos del agua subterránea de un acuífero o de algún área de estudio. Esta información resulta indispensable primero para analizar y conocer el comportamiento de los niveles de un acuífero, y en segundo lugar para lograr una gestión eficaz del acuífero minimizando los impactos de la extracción del agua subterránea.

El diseño de las redes de monitoreo consiste en determinar las posiciones de los pozos de monitoreo así como su programa de muestreo en cada pozo en función de los objetivos del monitoreo. Tradicionalmente en los diseños de redes de monitoreo las decisiones de monitoreo involucran al espacio como punto central y no incluyen la variable tiempo en el diseño. Un método que involucra el espacio y el tiempo de forma combinada es el propuesto por Herrera (1998) y aplicado por Herrera y Pinder (2003). Esta metodología se propuso originalmente para diseñar redes de monitoreo de calidad del agua mediante la selección tanto de la posición de muestreo como los tiempos de muestreo en forma conjunta, reduciendo de esta forma el número de muestras necesarias y satisfaciendo los objetivos del muestreo. En este trabajo se prueba por primera vez el método para el diseño de redes piezométricas. El primer paso del método consiste en la generación de realizaciones del In de K mediante simulación secuencial gaussiana. Con el modelo estocástico de flujo se simularon las distribuciones de carga hidráulica derivadas del campo aleatorio del In de K. Finalmente aplicando la metodología de Herrera, se realizó el diseño de la red de monitoreo piezométrica en un caso de estudio sintético basado en una representación simplificada del acuífero del valle de Querétaro.

Los resultados presentados indican que la metodología propuesta por Herrera y Pinder para el diseño de redes de monitoreo tiene buenas perspectivas para aplicarse exitosamente a redes de monitoreo piezométricas.

GEOH-23

INFLUENCIA DEL MEDIO GRANULAR EN LA RECARGA NATURAL DEL ACUÍFERO AL OCCIDENTE DE VERACRUZ

Arias Paz Alberto, Hernández Espriú Antonio y Vidal García Martín C.

Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM
arias paz@servidor.unam.mx

La zona de estudio se localiza en la Provincia Fisiográfica Planicie Costera del Golfo en la vertiente del Golfo de México y comprende el sector occidental de la Ciudad de Veracruz, particularmente el área se encuentra en la Provincia Geológica Cuenca Deltática de Veracruz.

El objetivo de esta investigación fue el de analizar los factores geológicos e hidrogeológicos que controlan la recarga del acuífero aledaño al del Puerto de Veracruz, en un medio limitado para captar y ceder volúmenes de agua.

La zona cuenta con un acuífero libre en medio granular correspondiente a un paquete de rocas del Cuaternario que agrupan a las unidades de areniscas y tobos, así como los depósitos de conglomerados, depósitos litorales, depósitos eólicos, depósitos aluviales y debido a la naturaleza misma de los horizontes arcillosos interdigitados, éstos le confieren al acuífero semi-confinamientos a nivel local.

De acuerdo con la interpretación de pruebas de bombeo mediante un método alternativo, la conductividad hidráulica promedio del medio granular es del orden de 17 m/día; estas limitaciones están relacionadas con los ya mencionados depósitos arcillosos que implican un almacenamiento bajo. El nivel de saturación se localiza a 20 metros de profundidad en promedio, cuya recarga subterránea se lleva a cabo desde las zonas topográficamente altas localizadas hacia el poniente. La precipitación promedio es del orden de 1500 mm/año debido al clima característico del Golfo de México siendo la infiltración del orden del 10% al 13% del volumen precipitado; sin embargo en años lluviosos, éstos volúmenes generan recuperaciones inmediatas en el nivel de agua del acuífero.

Se censaron 165 obras de captación como lo son: norias cuyas profundidades varían de 6 a 12 metros, así como pozos agrícolas y de agua potable equipados con bombas sumergibles con profundidades que varían desde 45 a 150 m; los caudales instantáneos en los pozos equipados superan en algunos casos los 60 lps. Es importante resaltar que existen más de mil norias diseminadas cuyos caudales varían de 0.5 a 2 lps.

De acuerdo con la información antecedente y de este estudio, el balance de aguas subterráneas indica que el ingreso horizontal es el más importante de las entradas al sistema acuífero (40.8 Mm³/año) y es prácticamente con lo que cuenta la población para su sustentabilidad.

Por otra parte, con la información disponible y con la finalidad de contar con mayor información se implementó un modelo de simulación hidrodinámico.

Finalmente es importante resaltar que las actividades hidrogeológicas realizadas en el área, no involucran la Zona Industrial y el área urbana de Veracruz, por lo que los esquemas de niveles de saturación, el balance subterráneo y la calibración del modelo de simulación se verían modificados al tomarlos en cuenta.

GEOH-24

MODELACIÓN HIDROLÓGICA DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN LA SUBCUENCA SANTA ROSA, BAJA CALIFORNIA

Moraila Martínez Teresita de Jesús y Kretzschmar Thomas
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
tmoraila@cicese.mx

El escurrimiento superficial toma su lugar en el ciclo hidrológico como parte de la precipitación que aparece en las diferentes corrientes superficiales y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. El estado de Baja California se caracteriza por tener un clima árido donde la mayor cantidad de agua se encuentra almacenada en los pocos acuíferos, siendo la precipitación la principal fuente de abastecimiento. Por lo que, el conocer la cantidad de recursos hídricos en una región, toma gran importancia para su mejor manejo y sustentabilidad. La cuenca Guadalupe, ubicada al norte de la entidad, cuenta con un área 2400 kilómetros cuadrados aproximadamente, y es uno de los principales acuíferos ya que cumple la función de abastecer las demandas de agua para la realización de las diferentes actividades económicas, así como la de proveer de la misma a la ciudad de Ensenada. El área de estudio, es la subcuenca Santa Rosa y forma parte de la cuenca Guadalupe, cuenta con un área de 67 kilómetros cuadrados. El objetivo final de este trabajo es la realización de un modelo de escurrimiento superficial en la región, mediante el empleo del método desarrollado por The Natural Resources Conservation Service (NRCS) llamado Método de Curvas Numeradas, el cual es el más utilizado para predecir volúmenes de lluvia escurrida. Dicho método depende de los siguientes factores: 1) Grupo hidrológico de suelos, 2) Tipo de cobertura superficial, 3) Tratamiento, 4) Condición hidrológica y 5) Condiciones previas de humedad del suelo. Dicho trabajo consistió primeramente en definir la geometría del área de estudio; análisis de datos de precipitación, temperatura media y evaporación potencial; posteriormente trabajo de campo y análisis de laboratorio; y finalmente con el objetivo de mejorar la resolución espacial de los parámetros necesarios para la definición de Curvas Numeradas se procedió a analizar datos de satélite.

GEOH-25

RELACIÓN LLUVIA – ESCURRIMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA (ZMG)

Álvarez Pozos Sandra Luz, Rosas Elguera José, Gaeta
Dorado Martha y Delgado Vázquez Marco Antonio
Universidad de Guadalajara
sandixal@yahoo.com.mx

Las inundaciones que ocurren cada año en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara (ZMG) en la temporada de lluvias son debido a la combinación de factores urbanos y climáticos. Agentes como el crecimiento del área urbana que invade los cauces naturales incrementa las áreas impermeables induce que cuando se presente una tormenta que supere la norma del drenaje (50 mm/m²/h) haya un mayor escurrimiento hasta llegar a provocar una inundación.

El problema es que no se conoce la intensidad de lluvia que provoca un escurrimiento máximo y provocan estas inundaciones en la temporada, así como el impacto y vulnerabilidad en donde ocurren. En este trabajo se evalúa las tormentas en cuanto intensidad de precipitación en totales de precipitación en 24:00 horas utilizando la clasificación propuesta por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) utilizando las series de precipitación (1960-2000) información perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Se calculan los Hietogramas e Hidrogramas Unitarios del periodo (1940-1960) de las tormentas máximas ocurridas en la ZMG utilizando el método de Chow para determinar el escurrimiento en la zona utilizando la información perteneciente del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

GEOH-26

SISTEMAS DE FRACTURAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LA INFILTRACIÓN EN LAS CUENCAS LA ESPERANZA, SANTA ANA Y LA SOLEDAD, GUANAJUATO, MÉXICO

Morales Gámez Miguel¹, Ramos Arroyo Yann René², Mejía
Gutiérrez Ana Yvonne¹ y Cárdenas Rodríguez Martimiano¹

¹Departamento de Ingeniería en Geociencias, Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro

²Departamento de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato
mgmgsz@gmail.com

En los arroyos de las cuencas La Esperanza, Santana y La Soledad de la región de Guanajuato hidrogramas del caudal muestran la permanencia de un flujo base durante la época de estiaje. La aparente relación entre recarga de las aguas

subterráneas y zonas forestadas no explica satisfactoriamente la conservación de dicho flujo, por lo que en este trabajo se plantea que el flujo base está relacionado íntimamente con los sistemas de fracturas relacionados a cada litología que aflora en la región de estudio. La relación entre infiltración y las diferentes familias de fracturas en cada una de las litologías nos ha permitido estimar el volumen de agua almacenado durante la época de lluvias.

Las litologías que afloran en la zona de estudio básicamente han sido correlacionadas con roca del terreno Guerrero, metamórficas y rocas extrusivas del Oligoceno, de esta manera, en el sur de la zona estudiada aflora la diorita La Palma, del Mesozoico, en la cual predominan dos familias de fracturas con orientaciones NW-SE y ESE-WNW. Las rocas metasedimentarias mesozoicas en la parte central y norte, presentan familias de fracturas complejas, no obstante, es posible observar un sistema ENE-WSW y dos sistemas subordinados N-S y NW-SE este último sistema es paralelo a las vetas mineralizadas del distrito minero Guanajuato. Hacia la parte norte de las cuencas estudiadas afloran rocas volcánicas félsicas del Oligoceno, las cuales cubren discordantemente a los depósitos mesozoicos y en algunas zonas están en contacto, con las mismas rocas, por una sistema de horst y graben cuya orientación es NNW-SSE, en estas rocas hay una familia de fracturas que se orienta paralelamente a la dirección de las fallas normales pos-oligocénicas y otra con orientación N-S.

La infiltración del agua en el medio fracturado de las cuencas estudiadas es almacenada durante la época de lluvias y es descargada a lo largo de la época de estiaje, esto se observa principalmente en los manantiales que conservan el flujo base. La configuración geométrica de las fracturas en cada una de las litologías es variable y se mantiene una interconexión entre cada uno de ellos, lo cual permite la comunicación y drene del agua almacenada. La estimación del fracturamiento se ha realizado con base en un conteo estadístico de las diaclasas en cada una de las litologías lo cual además no ha permitido definir los modelos geométricos que predominan a lo largo del cauce de los arroyos.

GEOH-27

ESTRUCTURA HIDROLÓGICA DE LAS SUBCUENCAS ESPERANZA-SOLEDAD-SANTANA PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Ramírez Aguayo Víctor Hugo, Ortega Chávez Víctor Manuel y Ramos Arroyo Yann René
Maestría en Ciencias del Agua, Universidad de Guanajuato
victor-tlaloque@hotmail.com

Se presenta un sistema de información geográfica de una vertiente del río Guanajuato que es muy importante debido a que se encuentran dos presas que abastecen de agua a la población de Guanajuato y es una zona de recarga para el sistema de flujo subterráneo local y regional.

La vertiente norte del río Guanajuato comprende dos subcuencas que son áreas naturales protegidas y donde se encuentran las presas Esperanza y Soledad. Este espacio se encuentra aislado hidráulicamente pues la única agua que entra es por lluvia.

El agua captada es aprovechada por el organismo operador de la ciudad de Guanajuato, para el abasto del 30% de la población ubicada en el centro de la mancha urbana. La importancia de estos almacenamientos, no se enfoca en el aporte por densidad poblacional, sino más bien por la importancia turística y de los servicios ambientales que proporciona esta zona.

Un valor agregado al estudio de un terreno de esta naturaleza es que permite estudiar el régimen de flujo en sistemas con alta pendiente donde se da un drenado rápido del agua después de las precipitaciones.

Se ha observado que el flujo base es mayor en subcuencas donde hay menos vegetación y cobertura de suelo. El sistema de información geográfica que se está desarrollando será útil para conocer los factores que controlan el flujo base. Actualmente se encuentra con la estructura del sistema a partir de la cual se comenzará a integrar todos los datos que se han generado y continúan generándose respecto a las dinámicas hidrológicas.

La zonificación climática existente, es delimitada por la orografía, favorece que en las partes altas exista una mayor humedad.

Las subcuencas estudiadas se encuentran muy fracturado y se aprecia que las fracturas son un factor muy importante que influye en los flujos es la tienen un control importante en la densidad de drenaje y la presencia de vegetación.

En general, la densidad de drenaje en esta zona es espacialmente variada y marca una diferente propiedad según la geología y capacidades del suelo. La variedad litológica y estructural en esta región es fuerte y existen manantiales asociados a fracturamiento.

Se encontró una relación entre grado de conservación, traducido en biomasa y espesor de suelo y la densidad de drenaje: de tal forma que una menor densidad de drenaje se asocia con una cuenca conservada.

La cuenca de La Esperanza es la más conservada de las cuatro subcuencas, La Soledad es el sistema más degradado por influencia humana

La orientación de una ladera marca visiblemente el potencial de retención de agua, aumentando la capacidad de formar biomasa, el aporte del gasto base, es directamente favorecido por laderas con una orientación. Esto por la cantidad de horas de insolación que reciben al año y por la dirección del viento dominante, que

influencia la dirección con la que viaja la lluvia que impacta sobre el suelo. Cuando una ladera se ve sometida a un estrés hídrico y además se ve afectada por las actividades del hombre, suele decaer la producción de biomasa.

GEOH-28 CARTEL

MOUNTAIN-BLOCK RECHARGE IN THE SANTO TOMAS VALLEY, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Thomas Zuniga William y Kretschmar Thomas
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
 wthomas@cicese.mx

Mountain block recharge (MBR) to adjacent basin aquifers can be a significant source of groundwater in arid and semi-arid regions. Unfortunately, geologic complexities within the mountain block often limit our understanding of this indirect form of recharge. Secondary permeability, resulting from faults and fractures, allows rainwater to infiltrate crystalline mountain rock, ultimately recharging the basin aquifer. Therefore, it is essential to consider mountain block geological features, especially faults, in recharge studies. We attempt to better understand MBR by creating a detailed fracture-trace map and by sampling springs and groundwater throughout the Santo Tomas valley, located in Northern Baja California, Mexico. Bounded by active faults, the valley is heavily fractured. These fractures enable fluid flow within the mountain block. Stable isotope ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$) data show two distinct types of spring water within the watershed, possibly representing local and regional flow paths. Thermal springs, believed to be regional flow, display a -1.9‰ $\delta^{18}\text{O}$ depletion when compared to all other spring water, indicative of recharge from higher elevations or older waters; both of the latter would be less affected under local drought conditions. This distinct isotopic signal was found 15 km downstream in the alluvial aquifer, indicating a significant amount of water is recharging the basin aquifer via the mountain block along this flow regime. A quantitative permeability value for the faults and fracture zones is difficult to attain due to their heterogeneous nature. However, the thermal system and most cold-water springs surface along active faults, which appear to transmit more water than undifferentiated fractures.

GEOH-29 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOHIDROLOGÍA EN EL ENTORNO DE CIUDAD ALDAMA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Royo Miguel¹, Villalba María de Lourdes¹, Chávez Aguirre Rafael¹, Pinales Munguía Adán¹, Yza Guzmán Luis¹, Colmenero Sujo Luis Humberto², Mireles García Fernando³, Dávila Rangel Ignacio³, López Del Río Hugo³, Royo Miguel¹, Alva Valdivia Luis⁴, Urrutia Fucugauchi Jaime⁴ y González Rangel José Antonio⁴

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

²Instituto Tecnológico de Chihuahua II

³Centro Regional de Estudios Nucleares

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

mroyo_2000@yahoo.com

Ciudad Aldama se encuentra en la porción central del estado de Chihuahua, ~28.0 km al NE de la ciudad de Chihuahua, en la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras, ocupa la parte norte de un puerto de erosión entre la prolongación sur de la Sierra El Cuervo – Peña Blanca y la porción norte de la Sierra La Gloria - San Ignacio.

El marco litológico-estructural de la zona es complejo, pues afloran rocas cuya edad va desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, predominando aquellas de origen volcánico del Eoceno, en su mayor parte ignimbritas, tobas riolíticas, y clásticos continentales del Cuaternario. Además, rocas sedimentarias del Paleozoico y del Cretácico.

En la sierra El Cuervo, que es la continuidad hacia el sur de la sierra Peña Blanca, y a escasos kilómetros al NE de Ciudad Aldama, en el Rancho Los Filtros, están expuestos afloramientos de anfíbolitas y metagranitos del Precámbrico, Grenville.

En la porción sur de la sierra El Cuervo, se encuentran afloramientos de rocas paleozoicas, compuestas por una secuencia de areniscas, lutitas y limolitas, denominada Formación Rara, del Permo-Carbonífero.

El Mesozoico se encuentra, en la porción norte de la sierra El Cuervo, y en su continuidad hacia el norte, en el flanco oriental de la sierra Peña Blanca; así como en la sierra San Ignacio al sureste de la población de Aldama. Se compone por rocas calcáreas de edad Cretácica.

La secuencia mesozoica en la Sierra de Peña Blanca ha sido determinada al Cretácico Inferior y al Superior, al primero pertenecen las formaciones: Cuchillo, Glen Rose, Walnut, Edwards, Kiamichi, Georgetown; y del segundo se han identificado las formaciones: Del Río, Buda y Cuervo.

Las rocas terciarias en la Sierra de Peña Blanca son de origen volcánico, salvo la formación basal Pozos, que es principalmente de origen erosional, pues consta de depósitos conglomeráticos con algunos horizontes tobáceos hematizados. A esta le sobreyacen formaciones volcánicas ignimbritas, tobáceas y horizontes conglomeráticos: Corrales, Coloradas, Nopal, Escuadra, Fanglomerado Piloncillos, Conglomerado Chontes, Peña Blanca, Mesa. En la Sierra La Gloria afloran las formaciones Peña Blanca y Mesa.

El área principal de estudio comprende la porción central del acuífero "Laguna de Hormigas (El Cuervo)-Aldama-San Diego", el cual está constituido por sedimentos continentales de facies fluviales y lacustres, rellenando un valle, limitado al oeste por el bloque montañoso compuesto por las sierras Peña Blanca-El Cuervo-La Gloria-Santa Eulalia y, al este por las sierras Hormigas-Gómez-Trancas-Cuesta del Infierno-San Diego de Alcalá.

De acuerdo con la información disponible, la obtenida de pozos en "El Bosque" y en la ciudad de Aldama se puede establecer un flujo subterráneo divergente del acuífero libre superior a partir de la población citada, hacia el norte, y hacia el sur, con una profundidad del nivel estático de unos 60 metros en la población, la cual va disminuyendo tanto al norte como al sur. Debido a la escasa información de pozos, es difícil precisar las condiciones hidrodinámicas de flujo de acuífero inferior, sin embargo es muy posible que regionalmente la dirección de flujo sea de norte a sur.

GEOH-30 CARTEL

PROPUESTA DE ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE SECUENCIAS LACUSTRES EN HUEHUETLÁN EL GRANDE, PUEBLA

Millán Motolinía María del Carmen¹ y Vázquez Serrano Alberto²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Instituto de Geología, UNAM
 geopame10@hotmail.com

Nuestra área de estudio se localiza en el municipio de Huehuetlán el Grande, a unos 30 km al sur de la Ciudad de Puebla. Geológicamente el área pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, caracterizada por la presencia de un basamento metamórfico del Paleozoico Temprano (Complejo Acatlán) y una secuencia sedimentaria e ígnea del Mesozoico y Cenozoico, respectivamente.

Se pretende estudiar el comportamiento hidrogeológico de la secuencia lacustre dominante en la microcuenca perteneciente, probablemente, a la formación Coatzingo (Oligoceno-Mioceno) constituida por una alternancia de areniscas, lutitas, tobas con niveles esporádicos de yeso que se observaron en el campo.

Es importante conocer el comportamiento de esta secuencia litológica ante la presencia de un sistema hidrológico cerrado. Dicho estudio nos ayudará a entender el funcionamiento estos depósitos como unidades hidrogeológicas que también están presentes en gran parte del centro de México, por ejemplo, en el Valle de Puebla.

Utilizando el método de Sondeos Eléctricos Verticales encontraremos la distribución estratigráfica así como la forma en la que se comporta el sistema hidrogeológico.

GEOH-31 CARTEL

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CHOLULA

Muñoz González César, Jiménez Suárez Grabel y Ramón Márquez Víctor Manuel

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
 blackcat_2409@hotmail.com

El municipio de San Pedro Cholula se localiza en la parte del centro-este, del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19° 01' 30" y 19° 06' 42" de latitud norte y los meridianos 98° 15' 06" y 98° 24' 00" de longitud occidental. Tiene una superficie de 52.5 kilómetros cuadrados.

El municipio se localiza en la porción central del Valle de Puebla, el cual constituye el sector principal de la altiplanicie poblana. Presenta una topografía plana en general, con una altura promedio de 2,190 metros sobre el nivel del mar

El trabajo tiene por objetivo analizar el acuífero del municipio tomando en cuenta la geología local y observando el comportamiento del acuífero, mediante el análisis de 6 pozos profundos obtenidos a través del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del

Municipio de Cholula (SOAPACH), los cuales serán utilizados como base para determinar la red de flujo, así como resolver problemas de inundación presentes en el municipio, y dar una solución favorable para la demanda que presenta el municipio en la obtención de mayor cantidad de agua potable.

GEOH-32 CARTEL

CARACTERIZACIÓN TERRENOS CARSTICOS POR MÉTODOS HIDROGEOQUÍMICOS Y GEOFÍSICOS: CASO ZONA DE LA HUASTECA, SLP.

Ramos Leal José Alfredo¹, Santacruz German², Torres Gaytan David¹, Morán Ramírez Janete² y López Loera Héctor¹

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

²Colegio de San Luis

jalfredo@ipicyt.edu.mx

La zona de la Huasteca se encuentra en la parte central de la Sierra Madre Oriental, es formada principalmente por calizas plegadas con orientación norte-sur, formando valles-inter montanos. En general poco se conoce sobre el funcionamiento hidrodinámico del sistema. Los sistemas carsticos son difíciles de estudiar debido a las condiciones abruptas del terreno y excesiva vegetación; así como, a la ausencia de pozos de extracción. Ante tal tipo de escenarios se aplicaron métodos hidrogeoquímicos y geofísicos resultan de gran utilidad para identificar los factores que controlan el flujo y definen la química del agua subterránea. En el primer caso se obtuvo la caracterización geoquímica y se identificaron zonas con mayor potencial de recarga. En el segundo caso la geofísica contribuyó a construir el modelo conceptual hidrogeológico. Los resultados preliminares muestran la influencia del control estructural en el movimiento del agua subterránea. El proceso de carstificación activa incrementa la sensibilidad del sistema, esta zona llega a constituirse como la zona de recarga mas importante de la región. Se identificaron grandes espesores de la roca carstificada y profundidades a las que se localiza en los valles intermontanos.

GEOH-33 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA RECARGA POTENCIAL AL ACUÍFERO DE LA ZONA CANCÚN-TULUM-COBÁ

Juárez Arenas Rodolfo¹, Salas Rodríguez Oscar Mario¹, Escolero Fuentes Oscar² y Rebolledo Vieyra Mario³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro para el Estudio del Agua, CICY
rod.juar@gmail.com

Se expone en el siguiente trabajo la estimación de la recarga potencial al acuífero utilizando el método del balance hídrico de "Thornthwaite". Se consideran los factores de precipitación, infiltración, evapotranspiración real y escurrimiento de las zonas delimitadas por las localidades de Cancún (lat 21°10' N, long 86°21' O), Tulum (lat 20°08' N, long 87°27' O) y Cobá (lat 20°31' N, long 87°39' O). Este método toma en cuenta la temperatura media mensual, la evapotranspiración mensual y constantes que dependen de la latitud y mes del año, para arrojar resultados de gran visión.

La fisiografía de la zona de estudio se encuentra en las subprovincias "Carso Yucateco" y "Costa Baja de Quintana Roo", norte y oriente del estado de Quintana Roo. El relieve que presenta es correspondiente a planicie con poca pendiente de apenas unos cuantos metros sobre el nivel medio del mar con ligera tendencia hacia el este. Está constituida por material carbonatado con abundancia de cuerpo Kársticos de diferentes tamaños, hasta grandes depresiones (cenotes), en las que se puede observar el nivel freático. Carece de un sistema de drenaje superficial que sea de consideración.

La estimación de la recarga potencial del acuífero por el método de balance considera que ésta es igual a la diferencia entre la precipitación neta y la evapotranspiración, considerando al escurrimiento nulo, ya que no hay suelo, dado que la superficie en general está constituida por roca.

En dicho proyecto, se comparan los valores obtenidos por el método indirecto del balance hídrico con los datos estimados en estudios hidrogeológicos convencionales, lo cual permite determinar la precisión del método. Se obtienen las estimaciones de los volúmenes de precipitación, infiltración, escurrimiento y evapotranspiración potencial, así como un modelo conceptual de la zona de estudio.

GEOH-34 CARTEL

INFLUENCIA DEL RIO ATOYAC EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DEL ACUIFERO DEL VALLE DE ZAACHILA, OAXACA

De la Rosa Sarmiento Isela Coral¹, Belmonte Jiménez Salvador I.¹, Campos Enrique Oscar² y Jiménez González Carlos¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Oaxaca

²Instituto de Geofísica, UNAM

marifer_26@hotmail.com

El agua subterránea constituye la fuente más importante de abastecimiento para la industria, vivienda y agricultura que se desarrolla en la Ciudad de Oaxaca y municipios conurbados, siendo el acuífero del Valle de Zaachila el que aporta aproximadamente el 80% de esta agua, su reserva condiciona en cantidad y calidad la oferta disponible para abastecer estos sectores.

La sobreexplotación de las aguas subterráneas de este acuífero se ha incrementado para satisfacer las necesidades de abastecimiento, aunado a esto existe un aumento en la contaminación de las aguas subterráneas debido a la presencia del río Atoyac el cual interactúa con el acuífero mencionado. Dicho río lleva las aguas residuales, y se presume actúa como zona de recarga inferido por el comportamiento de la piezometría y favorecida por la geología del área.

En este trabajo se han identificado las zonas vulnerables a la contaminación así como la geometría del acuífero a través de medidas de resistividad y conductividad eléctrica usando resistivímetro de CD y bobinas EM, respectivamente, así como tomografía eléctrica. Se analiza la piezometría de tres campañas mediante la obtención de armónicos utilizando series de Fourier, el algoritmo se desarrollo en Mathlab. La geología juega un papel importante en los contenidos de fierro en el agua subterránea. De acuerdo a la piezometría analizada se infiere que el río Atoyac es una zona de recarga al acuífero, es decir hay una interacción diferente en épocas de lluvia y estiaje.

GEOH-35 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO EN MUESTRAS DE AGUA MEDIANTE SISTEMA DE ANÁLISIS POR INYECCIÓN EN FLUJO FIAS

Aguayo Rios Alejandra y Armenta Hernández María Aurora

Instituto de Geofísica, UNAM

ale@geofisica.unam.mx

El arsénico disuelto en el agua constituye uno de los problemas más graves de contaminación en algunas comunidades. Las fuentes más comunes de arsénico en ambientes naturales son las rocas volcánicas, específicamente sus productos de erosión y cenizas, rocas sedimentarias marinas, depósitos minerales hidrotermales y las aguas geotermiales asociadas, así como combustibles fósiles, incluyendo carbón y petróleo.

El arsénico es uno de los elementos que ha tenido un importante nivel de atención por parte de las instituciones de salud y del medio ambiente en muchos países del mundo. Este interés radica principalmente en su toxicidad, particularmente en el hecho de que está clasificado como un carcinógeno para los seres humanos.

Existe en la naturaleza en diferentes estados de oxidación que determinan tanto su comportamiento en el medio ambiente (movilidad, reactividad, especiación), como su toxicidad. En el agua (aguas superficiales y subterráneas) el arsénico se encuentra comúnmente en el estado de oxidación (V) arsenato y (III) arsenito. En aguas superficiales con alto contenido de oxígeno la especie más común es el arsénico pentavalente o arsenato.

Para evitar el contacto humano con concentraciones peligrosas de arsénico es de fundamental importancia su detección en forma confiable. Para ello es necesaria la aplicación de técnicas analíticas con la suficiente exactitud, precisión y bajos niveles de detección. Es importante además establecer procedimientos analíticos que permitan reducir las posibles interferencias que se pueden presentar al analizar muestras complejas, como aquellas utilizadas en los estudios de impacto ambiental.

El presente trabajo describe un sistema que permite realizar la cuantificación de arsénico mediante Espectrometría de Absorción Atómica por inyección en flujo (Flow Injection Analysis System for Atomic Spectrometry FIAS).

El FIAS es un sistema modular que hace posible realizar un análisis automatizado usando muy pequeñas cantidades de muestras y reactivos. Consta básicamente de: bomba peristáltica, válvula de inyección, bucle de reacción, separador gas-líquido y un controlador de gas. Las muestras son inyectadas en una solución acarreadora que transporta la muestra al bucle donde se lleva cabo la reacción química, la arsina generada es posteriormente llevada al detector por una corriente continua de Argón.

El equipo empleado en la determinación es un FIAS-100 acoplado a Espectrofotómetro de Absorción Atómica AAnalyst 100 PERKIN ELMER. Las muestras de agua analizadas proceden del municipio de Zimapán ubicado en el estado de Hidalgo.

Desde su introducción en 1975, el análisis por inyección en flujo ha adquirido una gran importancia académica y práctica habiendo sido aplicada a las más diversas técnicas analíticas. Algunas de sus principales ventajas reconocidas son: Alta productividad y bajo costo de operación y mantenimiento. El consumo de muestra disminuye así como el de reactivos químicos permitiendo con ello que los costos de análisis se reduzcan de manera importante, una gran parte del mantenimiento puede ser realizado por el propio usuario.

GEOH-36 CARTEL

ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES ACUÍFERAS MEDIANTE MÉTODOS GEOFÍSICOS EN VILLA HIDALGO, S.L.P.

Figuera Martínez Mariana, López Loera Héctor y Ramos Leal José Alfredo

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

mariana.figuera@ipicyt.edu.mx

El agua considerada un recurso renovable hasta hace una década, es un recurso cada vez más escaso. Su contaminación mal manejo han provocado que los volúmenes con los que antes se contaba hayan disminuido en forma considerable, aumentando su costo y disminuyendo su calidad, por lo que es necesario buscar

nuevas fuentes de abastecimiento, ya que las demandas por parte de la población van aumentando de forma notable.

El altiplano potosino es una zona que abastece sus necesidades de agua principalmente por acuíferos, y debido al aumento en la demanda del recurso se ha explotado intensamente, provocando un déficit del 20%, lo que ha traído como consecuencia que el agua que se extrae sea de menor calidad. Al disminuir los niveles piezométricos del acuífero se puede determinar que no se ha tenido un buen manejo de éste; para evitar este tipo de inconvenientes es imprescindible conocer de la forma más precisa las características del acuífero, tales como localización, geometría, volumen del acuífero, recarga, descarga y funcionamiento hidrodinámico, para poder evaluar el acuífero y hacer un uso adecuado de este recurso.

En este trabajo se presentan los resultados iniciales de dos métodos indirectos de exploración; la magnetometría (aérea y terrestre) y los métodos magnetotéluricos; para estudiar las posibilidades acuíferas en Villa Hidalgo localizado en el altiplano potosino, donde se presenta una geología superficial compuesta por rocas sedimentarias marinas, de composición calcárea, calcárea-arcillosa, lutitas y areniscas, cubiertas en algunas partes por rocas lávicas, así como por sedimentos lacustres y con intercalaciones de conglomerados y algunos derrames basálticos recientes.

Se muestra la magnetometría aérea y su análisis aplicando veinte filtros matemáticos para realizar una mejor interpretación de dominios aeromagnéticos así como lineamientos, y localización de características estructurales como contactos, fallas y fracturas que son muy importantes en la búsqueda de zonas con posibilidades acuíferas. Con dicho análisis se obtuvieron siete dominios aeromagnéticos, en la zona regional y tres dentro de Villa Hidalgo, siendo el dominio localizado en el NW, el de mayor interés debido a la ubicación de bajos magnéticos. Los lineamientos de mayor interés presentan una orientación NE-SW, localizados en gran parte de la zona.

También se presenta un perfil de magnetometría terrestre analizado desde varios aspectos como son su gradiente horizontal, su topografía y su campo residual, donde se pueden observar anomalías magnéticas en los cambios de litología, en la transición de las rocas sedimentarias a las volcánicas. De igual forma, se presentan perfiles magnetotéluricos y una interpretación preliminar de éstos, en base a las resistividades de las rocas, donde se tienen horizontes favorables por encima de los 100m, con espesores no muy significativos, como los localizados a profundidades de 300m, donde los espesores aumentan.

Con estos estudios se busca determinar las estructuras presentes en el subsuelo y su posibilidad de estar asociadas a un acuífero.

GEOH-37 CARTEL

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA MODELACIÓN DEL FLUJO Y TRANSPORTE EN EL ACUÍFERO DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Leyva Suárez Esther y Herrera Zamarrón Graciela
Instituto de Geofísica, UNAM
estherley@yahoo.com

En este trabajo se recopiló información existente del Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (AZMCM), se revisaron los modelos conceptuales de la dinámica del flujo en el AZMCM que se han reportado en la literatura y evaluaron los modelos existentes de flujo y transporte en el AZMCM.

El AZMCM se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa XIII ubicada entre los paralelos 19°00' y 20°35' de latitud Norte y 98°11' y 99°40' de longitud Oeste (Birkle et al., 1998; Gutiérrez, González y Zamorano, 2005; SEMARNAP, 1996). La subcuenca del Valle de México ha sido muy estudiada, han realizado estudios geológicos, geofísicos, modelación numérica, entre otros.

El sistema AZMCM es de tipo semiconfinado. Debido a la alta porosidad y compresibilidad natural, el estrato de arcilla adyacente al acuífero actúa como acuitador de semiconfinamiento y provee de agua a los acuíferos cuando así lo demandan (Herrera et al., 1989).

Las ecuaciones de flujo y transporte son la herramienta matemática que se utiliza para la modelación de la evolución de la carga hidráulica y los problemas de calidad del agua en los acuíferos. Por otro lado, mediante el protocolo de modelación (formulación del modelo conceptual, selección del código, diseño del modelo, calibración, análisis de sensibilidad y finalmente la predicción) se pueden obtener parámetros, condiciones de frontera, condiciones iniciales, etc para utilizar estas ecuaciones para modelar numéricamente problemas específicos. Es por esto que en este trabajo se utilizaron estos elementos del protocolo de modelación para evaluar los trabajos realizados en el área de estudio.

En la revisión bibliográfica se encontraron trece estudios de modelación numérica realizados entre 1979 a 2006. En la plática se presentará un análisis de los estudios más importantes.

GEOH-38 CARTEL

ESTUDIO DE LA CUENCA DEL MUNICIPIO DE TEOPATLAN EN EL ESTADO DE PUEBLA

Martínez Ruiz Gerardo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gerardomartinezuiz@hotmail.com

El estudio realizado en el Municipio de Teopatlán, que se encuentra en la porción Noreste del Estado de Puebla. Para su ubicación con las siguientes coordenadas 18° 38N 98° 21'O localizado a 60 Km. de la Ciudad de Puebla en la porción Noreste de la Sierra Madre del Sur, donde encontramos una cuenca endorreica de origen lagunar, tomando en cuenta lo propuesto por Ortega – Gutiérrez (1975), Campa U.M. F. y Coney J.P. (1983) la cuenca esta rodeada por estructuras elevadas compuestas por rocas metamórficas del paleozoico de las que destacan esquistos de color (café, verde, gris), filitas de color (café claro), también encontramos la presencia de rocas sedimentarias del terciario correlacionables con la formación Coatzingo de las cuales encontramos caliza de color (gris) con granulometría de fina a media, lutitas de color (café claro), también encontramos la presencia de cuerpos ígneos de composición basáltica que interperizan a color (café) de probable edad plioceno – pleistoceno, Geomorfológicamente esta zona esta compuesta por una serie de fallas normales, así como también de fracturas, hidrogeológicamente, tenemos una cuenca endorreica con drenajes detríticos que descargan hacia el centro, así como también la presencia de algunos ríos y manantiales que convergen en el centro, formando una laguna salobre.

El estudio que se esta realizando es con el propósito de identificar la recarga de la laguna, la génesis del acuífero que los contienen, así como el comportamiento estructural del mismo, y para determinar la dirección del flujo de agua dentro de la cuenca, la secuencia litológica y la distribución espacial de las capas y rocas que forman el acuífero.

GEOH-39 CARTEL

DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES POR JALES MINEROS AGUAS ABAJO; VETAGRANDE ZACATECAS, MÉXICO

Elias Zavala Viviana Erendira
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
velias@cicese.mx

La infiltración del agua a las presas provenientes de jales mineros a mantos de aguas freáticas aguas abajo se ha convertido en una preocupación cada vez mayor en cuanto a la calidad del agua. Los jales con residuos metálicos y no metálicos pueden llevar iones metálicos en solución que pueden ser dañinos si el pH es bajo o cuando los sulfuros se oxidan y continuamente disuelven metales que migran al agua del subsuelo. (AIMMGM, 1993). La problemática de los jales en México es abordada desde diferentes enfoques; la recuperación metalúrgica, el uso de los materiales y la evaluación del potencial tóxico. El distrito minero de Zacatecas tiene aproximadamente 200,000 toneladas de jales. Los suelos en Vetagrande son el resultado de la mineralización hidrotermal, vetas originadas por relleno de fallas y fracturas que se asientan en las rocas volcánicas. Los minerales que se encuentran presentes en las minas de la zona principalmente son: anglesita, cerusita, argentita, proustita, galena, esfalerita y calcopirita; la ganga está constituida por pirita, cuarzo, calcita, hematita, limonita y minerales arcillosos que representan una fuente potencial de plomo (CRM, 1991). La dispersión de contaminantes de este tipo y las consecuencias ambientales se han analizado en sedimentos y en material de jale, que son estudiados para indicar los patrones de movilización.

Se tomaron 32 muestras de sedimento de los perfiles de jales, lechos de los arroyos y suelos asegurando cubrir las variaciones en su estado de oxidación. Se obtuvieron 8 muestras de agua superficiales y manantiales. De estas muestras de agua se analizaron los aniones y cationes mayores 15 elementos trazas. Se utilizaron las diversas técnicas de caracterización mineralógica, difracción de rayos X, moda detrítica de areniscas de jale y digestión parcial secuencial de sedimentos con HCl / para determinar los elementos que se encuentran en los sulfatos SO₄, y carbonatos CO₃, la segunda parte es con HNO₃ / para determinar los elementos contenidos en sulfuros S, y en los Óxidos para determinar Se, Zn, Cd, As, Cu, Mn, Co, Sb, Na, K, Ca, Mg, Al y otros elementos en la gama entre 100 y 1.000 mg/kg. Dichas. Lectura del residuo de la digestión sedimentos por emisión ICP-OES para análisis cuantitativo de elementos traza. Para las muestras de agua de IC para Aniones y Cationes en ICP-OES.

Palabras clave: Jales mineros, dispersión de contaminantes, metales pesados

GEOH-40 CARTEL

SINGULARIDADES DE FILTRACIÓN DE LA PRESA CERRO PRIETOKrivosheya Konstantin¹, Kotsarenko Anatoly², Yutsis Vsevolod¹ y De León Gómez Héctor¹¹*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*²*Centro de Geociencias, UNAM*

kvk@fct.uanl.mx

Datos de Registro de Almacenamiento de la Presa Cerro Prieto 1986-2003 (CNA) muestran reconstrucciones "rápidas" de régimen de filtración las cuales delimitan periodos "normales" (lineales según la Ley de Darcy).

Se proponen unos modelos cualitativos de filtración "non-lineal" la que depende de variaciones de permeabilidad hidráulica así como variaciones de gradiente hidráulico.

Se presente una serie de imagines de verificación de modelos con los datos observados.

Se supone que las variaciones de porosidad (permeabilidad) y/o variaciones del nivel de las aguas subterráneas (gradiente hidráulico) son reflexiones de eventos geodinámicos regionales.

Sesión Regular

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

Organizador:

José Manuel Grajales Nishimura

GP-1

DIAGÉNESIS DE LA BRECHA CARBONATADA DEL LÍMITE K/T EN EL SURESTE DE MÉXICO: SU IMPORTANCIA ECONÓMICA PETROLERA

Grajales Nishimura José M.¹, Velasquillo Martínez Luis G.¹, Murillo Muñetón Gustavo¹, García Hernández Jesús² y Torres Villaseñor José de Jesús²

¹Instituto Mexicano del Petróleo
²Pemex Exploración y Producción
 mgrajal@imp.mx

La secuencia carbonatada detrítica que incluye la brecha productora de hidrocarburos en la Región Marina de Campeche, se formó por procesos sedimentarios inducidos por el impacto que originó la estructura de Chicxulub en la Península de Yucatán hace 65 Ma. Esta brecha productora de hidrocarburos fue descubierta por PEMEX en 1978 y desde entonces ha sido una de las unidades productoras de hidrocarburos más importante en el SE de México. Los datos sedimentológicos y petrográficos indican que la mayoría de los componentes de la brecha provienen de la plataforma somera. Entre los componentes observados están: fragmentos de evaporita tipo sabkha; mudstone con *Microcodium*; mudstone con pellets; wackestone con discórbidos y miliolitos; wackestone con alveolínidos; wackestone con orbitolínidos; wackestone con rudistas y algas; y escasos clastos de wackestone con foraminíferos planctónicos, y fragmentos de dolomía cristalina mediana.

Las porosidades identificadas se pueden subdividir en: a) porosidades primarias de origen somero formadas en el área fuente original (e.g. móldica y fenestral); b) porosidades asociadas a disolución en ambientes diagenéticos de sepultamiento profundo y estrechamente asociada a dolomitización (e.g. vugular por disolución de fragmentos, vugular asociada a estilolitas y porosidad ó microporosidad por disolución de dolomita ó calcita); c) porosidad asociada a fracturas de sepultamiento profundo o heredadas de eventos anteriores; d) finalmente, se reconoce un fracturamiento ligado a un evento tectónico del Neógeno que corta a la porosidad y al fracturamiento más antiguo.

En algunas zonas del subsuelo de Campeche, la brecha está dolomitizada. Dentro de la secuencia del límite K/T, y con base en estudios de petrografía, MEB y elementos traza, se pueden diferenciar al menos tres tipos de dolomita, ligadas a tres niveles estratigráficos distintivos dentro de la secuencia. Las inclusiones de hidrocarburos en uno de los tipos de dolomita indican que, al menos en parte, la dolomitización fue contemporánea con el proceso de emplazamiento de hidrocarburos. Las inclusiones fluidas en los cementos de dolomita indican temperaturas entre 80°C y 100°C durante este proceso diagenético.

La sedimentología y estratigrafía de la secuencia del límite K/T permite predecir la arquitectura estratigráfica de yacimientos de la Región Marina y también su distribución regional asociada a la Plataforma de Yucatán y de Chiapas-Tabasco. Esta distribución y la alta porosidad y permeabilidad de la brecha tiene claras implicaciones económico-petroleras para exploración y explotación de hidrocarburos.

GP-2

EL IMPACTO DE LAS FRACTURAS TECTÓNICAS EN LA POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DE LOS YACIMIENTOS CARBONATADOS MESOZOICOS DE LA SONDA DE CAMPECHE

Velasquillo Martínez Luis G.¹, Murillo Muñetón Gustavo¹, Grajales Nishimura José M.¹ y García Hernández Jesús²

¹Instituto Mexicano del Petróleo
²Pemex Exploración y Producción
 lgvelas@imp.mx

Este trabajo presenta los resultados del análisis de la tectónica de ruptura y como la dolomitización acentúa la fragilidad de las rocas carbonatadas. Estos dos factores (tectónico y diagenético) controlan en la mayoría de los casos la permeabilidad y la porosidad secundaria de los yacimientos carbonatados mesozoicos de la Sonda de Campeche (YCSC). En estos yacimientos la producción proviene en gran parte de porosidad secundaria, ya sea de porosidad por disolución o bien de fracturas tectónicas. El estudio de la distribución y geometría de las fallas (escala sísmica y de núcleos) y fracturas (escala de núcleos) y su relación con los principales episodios tectónicos, así como la dolomitización, constituyen elementos esenciales para la evaluación de los YCSC.

La caracterización de las fallas y fracturas observados en los núcleos y su relación con las fallas y pliegues a escala sísmica permitió poner en evidencia que existe una superposición de estrías (asociadas a los últimos dos episodios tectónicos). Esta superposición indica que las estrías asociadas a algunas fallas normales (episodio extensivo del Terciario tardío) cortan o desplazan a las estructuras (planos de falla, fracturas o estilolitas) que se originaron en el evento compresivo del Terciario temprano. Esto también implica que algunas fallas de desplazamiento lateral (evento compresivo NE-SW) fueron reactivadas por el evento prost-compresional, episodio extensivo NW-SE y acentuadas por la tectónica salina que ha provocado la formación de sinclinales y anticlinales. Los acortamientos y alargamientos asociados a estos episodios tectónicos generaron varios patrones

de fracturas paralelos o subparalelos a las fallas y pliegues principales, los cuales fueron identificados en los núcleos.

El estudio de núcleos extraídos de los diferentes intervalos litoestratigráficos de la Sonda de Campeche ha revelado que en la mayoría de los casos las fracturas no representan necesariamente un volumen importante en términos de porosidad (excepto en la Brecha Carbonatada del límite Cretácico-Terciario, BK/T, en el campo Cantarell); sin embargo, incrementan en forma considerable la permeabilidad de estos yacimientos. Adicionalmente, este análisis mostró que la mayor densidad de fracturas se presenta la BK/T y fue favorecida por el episodio de dolomitización que afectó la región. Algunos núcleos extraídos de las litofacies del Paleoceno también están afectados por estas fracturas tectónicas. En la mayoría de los intervalos litoestratigráficos analizados se identificaron al menos dos sistemas principales de fracturas: tempranas (pre o sincrónico al episodio compresivo) y tardías (asociadas a la distensión post-compresional y/o acentuada por la tectónica salina). Las fracturas tempranas exhiben un ensanchamiento por disolución y cementación por dolomita y en algunos casos impregnadas de hidrocarburos, mientras que el sistema de fracturas tardías frecuentemente sin disolución y escasa o nula cementación presentan impregnación de hidrocarburos. Los sistemas de fracturas tempranas presentan patrones muy irregulares y direcciones arbitrarias que son cortadas por las fracturas tardías que presentan inclinaciones mayores a 60°. Esto implica que la circulación de fluidos y la conexión de los sistemas de fracturas esta controlada por el sistema de fracturas tardías.

GP-3

POTENCIAL PETROLERO EN ROCAS DEL NEÓGENO DEL CAMPO CANTARELL

Yañez Vázquez Rodrigo y González Castillo Martín
 Instituto Mexicano del Petróleo
 jryanezv@pep.pemex.com

El desarrollo del Campo Cantarell se enfocó principalmente a las rocas del Mesozoico, y se prestó poco interés a las rocas del Terciario, las cuales durante la perforación han presentado evidencias de acumulación y producción de gas y/o aceite en rocas de edad Plioceno y Mioceno.

Los ritmos de extracción y la actual declinación del Campo Cantarell han ocasionado un acelerado avance de los contactos de agua y gas ha traído como consecuencia el cierre definitivo de pozos sin posibilidad de explotación.

A partir de entonces se han desarrollado estrategias para mantener o incrementar el nivel de producción del campo. Dentro de estas estrategias se incluye la evaluación del potencial de acumulación y producción de hidrocarburos en el Terciario, y más específicamente en el Plioceno-Mioceno (Neógeno).

Para la evaluación se recopiló la información disponible que pudiera evidenciar la presencia de hidrocarburos:

- * Reportes diarios de perforación en donde se mencionen: presencia de aceite en el lodo, disminución de densidad del lodo por gasificación, manifestación del pozo, entre otras.
- * Núcleos cortados en rocas de edad Mioceno-Plioceno.
- * Registros geofísicos.
- * Pozos productores.
- * Estados Mecánicos de pozos.
- * Interpretación sísmica de horizontes potencialmente almacenadores.

GP-4

MODELO DE VELOCIDAD PARA LA CONVERSIÓN TIEMPO-PROFUNDIDAD

Jiménez Guerrero Martín y Castañeda Aguilar Roberto
 Schlumberger
 mguerrero5@slb.com

El modelo de Velocidad funciona como puente en la conversión de la información sísmica interpretada en tiempo a profundidad. El tener un buen modelo de velocidad es fundamental en la exploración petrolera, por la profundidad en que se encuentran las estructuras productoras de hidrocarburos y por el tirante de agua, que al paso del tiempo es mayor (aguas profundas). Ya que en un futuro no muy lejano, la perforación de pozos se realizara con tirantes de agua mayores a los 500m, y en estructuras geológicas con mayor riesgo de producción.

Existen diferentes estrategias para lograr una buena conversión Tiempo- Profundidad, pero en general podemos mencionar dos metodologías prácticas y de mayor empleo en la industria petrolera. Una de ellas es la Conversión Tiempo – Profundidad basada en información sísmica (velocidades de proceso) y la otra es el Modelado de Velocidades utilizando toda la información disponible de pozos (VSP, Check-shots). Todo esto basado en el modelo geológico realizado con la interpretación sísmica en tiempo.

GP-5

MONTÍCULOS DE LODO CALCAREO MICROBIANO Y METAZOARIOS EN LA FORMACION CUPIDO (CRETACICO INFERIOR), NE DE MEXICO: POSIBLES ORIGENES E IMPLICACIONES SEDIMENTOLOGICAS

Murillo Muñetón Gustavo
Instituto Mexicano del Petróleo
gmurill@imp.mx

La Formación Cupido del Cretácico Inferior representa una plataforma carbonatada excelentemente expuesta en el NE de México. La exposición de este sistema sedimentario en el Cañón de Bustamante exhibe la transición plataforma somera a plataforma externa/cuenca, por lo que es posible definir la arquitectura de las diversas facies de la Formación Cupido e interpretar mecanismos de sedimentación. En esta localidad se presentan numerosos aparatos carbonatados de origen orgánico en el que los microbios jugaron un papel fundamental en los procesos constructivos de la plataforma carbonatada. Cuatro tipos de montículos de lodo calcáreo microbiano y otros metazoarios fueron identificados: montículos microbianos con esponjas silíceas (Tipo 1), montículos microbianos con esponjas silíceas y calcáreas (Tipo 2), montículos microbianos con esponjas y corales (Tipo 3) y montículos biotriticos con calciesponjas-microbios-corales (Tipo 4). Los montículos Tipo 1 son los más antiguos y están asociados con facies de mudstone y mudstone arcilloso de rampa profunda/cuenca; su núcleo consiste de boundstone de sedimentos microbianos, esponjas silíceas y diversos organismos incrustantes. Los montículos Tipo 2 son similares a los montículos Tipo 1, pero están asociados a facies de wackestone-packstone de rampa externa. Los montículos Tipo 3 contienen solo 40-50% de facies de boundstone y están asociados a facies de packstone de rampa externa. Los montículos Tipo 4 son los más jóvenes y están circundados por facies de packstone de rampa externa y facies de rudistas de cresta de rampa. Las dimensiones (longitud y altura) de los montículos tipos 1, 2 y 3 varían de pocos metros a 10's de metros y desarrollan relieve sinóptico, sólo los montículos Tipo 4 alcanza varios 100's de metros y hasta 90 m de espesor y casi no desarrollan relieve sinóptico. Adicionalmente se identificaron varios complejos de montículos constituidos principalmente por montículos Tipo 1 alcanzado más de 100 m de espesor y 200 m de anchura. Un factor fundamental para el desarrollo de estos cuerpos carbonatados fue el perfil deposicional tipo rampa homoclinal que desarrolló la plataforma carbonatada Cupido. Dentro de este escenario se exportaba poco material carbonatado desde la plataforma somera hacia las partes más profundas del sistema, lo que permitió en el desarrollo de los numerosos montículos calcáreos principalmente hacia el área de rampa externa a cuenca. Los cambios sistemáticos en biota, morfologías, dimensiones, abundancia, distribución estratigráfica y asociaciones de facies son el resultado de la interacción de los factores que controlan las "fábricas" de carbonatos tanto "tropical" como "de montículos de lodo"; uno de esos factores clave fue los cambios en el espacio de acomodo de "segundo orden", lo cual también contribuyó a la progradación a gran escala de la plataforma. Estos datos son útiles para comprender la arquitectura de facies, distribución y posibles orígenes de montículos de lodo calcáreo microbianos mesozoicos que contienen acumulaciones de hidrocarburos.

GP-6 CARTEL

BITUMEN HIDROTHERMAL GENERADO A PARTIR DE MATERIA ORGÁNICA SEDIMENTARIA EN LAGOS TECTÓNICOS. EJEMPLO DEL LAGO DE CHAPALA, JALISCO, MÉXICO

Zarate Del Valle Pedro F.¹, Simoneit Bernd R.T.² y Rushdi Ahmed I.³

¹Universidad de Guadalajara

²Oregon State University

³King Saud University
zavp.pvaz@gmail.com

El Lago de Chapala, ubicado en el occidente de México dentro del Rift Citlala, está caracterizado por su actividad geotérmica, la cual, tradicionalmente ha incluido: manantiales termales terrestres y halos de alteración hidrotermal, en San Juan Cosalá, Jal., depósitos fósiles carbonatados tipo sínter ("La Calera") en Cojumatlán, de R., Mich. y volcanes de lodo ("Los Negritos") en Villamar, Mich. Sin embargo, dentro del Lago de Chapala existen tanto manantiales sublacustres ("Los Gorgos", "El Fuerte") como emanaciones de petróleo hidrotermal tipo asfalto las cuales constituyen pequeñas isletas. Los hidrocarburos que se generan en zonas con actividad geotérmica, tanto continentales como marinas, tienen un origen hidrotermal, ya que el agente causante de la alteración de la materia orgánica (MO) así como de la transferencia de masa es el agua caliente circulante en el sistema hidrotermal. Por ello, este tipo de hidrocarburo se denomina petróleo hidrotermal (PH). Los análisis del PH del Lago de Chapala, obtenidos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), muestran que está formado por hidrocarburos saturados que incluyen una mezcla compleja amorfa de hidrocarburos cíclicos y ramificados (UCM). Los biomarcadores maduros, derivados de la microbiota lacustre (algas), consisten principalmente de hopanos 17#(H), 21#(H) desde C27 hasta C34 (sin C28); gammacerano, terpanos tricíclicos (C20-C26, sin C22); carotano y sus productos de cracking primario; esteranos C28 y C29; y drimanos (C14-C16). El PH de Chapala no contiene hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) ni n-alcenos como de isoprenoides y por la presencia de UCM, hopanos, esteranos y biomarcadores

carotenoides, su composición es similar al PH reportado del Rift del Este de África y consistente con una generación rápida de hidrocarburos. A partir de experimentos de simulación hidrotermal (hydrous pyrolysis) con sedimentos actuales del Lago de Chapala, se logró identificar a la fuente del asfalto lacustre ya que los productos de la pirólisis hidratada son similares a los componentes reportados del PH. Los resultados experimentales permiten concluir que el PH no corresponde a residuos de petróleo convencional biodegradado sino que fueron generados hidrotermalmente, durante períodos breves de tiempo geológico, a partir de MO lacustre a temperaturas inferiores a 250°C que es la requerida para el cracking primario de los alcanos a partir del kerogeno. El carbono total del PH del Lago de Chapala tiene una media #13CPDB de -21.4 ‰ que es un valor típico para materia orgánica lacustre mientras que su edad por 14C rebasa los 40 ka. Se estima que, después de formado, el PH del Lago de Chapala fue forzado tectónicamente hasta el lecho actual del lago desde una profundidad estimada entre 300 y 500 m. La ocurrencia de PH en sistemas de rifts continentales está plenamente comprendida y, debido a su potencial, debe de ser considerada como objetivo a evaluar en la exploración futura de recursos energéticos en estos sistemas tectónicos.

GP-7 CARTEL

LA GEOQUÍMICA Y EL CICLO DE VIDA DE UN YACIMIENTO PETROLERO

Guzmán Vega Mario Alberto
Instituto Mexicano del Petróleo
maguzman@imp.mx

La Geoquímica del Petróleo juega un papel importante en las diferentes fases del ciclo de vida de un yacimiento, desde su exploración hasta su abandono. La composición del aceite es afectada por los fenómenos asociados a la generación, migración, acumulación y los efectos que ocurren durante la producción del yacimiento. La Geoquímica define estos cambios composicionales y detecta variaciones que pueden proporcionar información crítica para apoyar una eficiente administración del yacimiento.

Por ejemplo, durante las primeras etapas de la exploración, se requiere saber si en la cuenca en estudio puede contener cantidades de aceite o gas potencialmente explotables, se requiere conocer la distribución regional de aceite versus gas y se requiere conocer la calidad del aceite que pueda explotarse. Por otra parte, en las fases finales de desarrollo de los yacimientos, es muy importante definir oportunidades de desarrollo con la ubicación de áreas no drenadas, con la definición de la arquitectura interna y con la identificación de horizontes productores no explotados dentro de un yacimiento.

En este trabajo se darán ejemplos de aplicación de la Geoquímica en la definición de sistemas petroleros, la predicción de la calidad de hidrocarburos y la definición de la arquitectura interna de yacimientos.

Particularmente, se mostrarán ejemplos de aplicación de la Geoquímica Petrolera en México para la definición de los sistemas petroleros en la Planicie Costera y en el Golfo de México, para la predicción del momento de expulsión utilizando asfaltenos de aceites, para el reconocimiento de compartimentos en yacimientos, para la definición de células de drenaje durante la producción de un yacimiento, y para evidenciar fenómenos de migración terciaria en una área en prospección.

GP-8 CARTEL

MODELO DE AJUSTE PARA LA RELACIÓN PRODUCCIÓN VS RESERVAS DE PETRÓLEO EN MÉXICO

González Guevara José Luis, Lezama Tapia Claudio, Martínez Mirón Yleana Claudia, Soriano Garibó Isaac, Vázquez Sánchez Raúl, Gómez Ceballos Luis Fernando y Grijalva y Ortiz Nicolás
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
jose.gogu@gmail.com

En los últimos meses hemos escuchado un sin número de reacciones generadas por la propuesta de Reforma Energética (principalmente en lo que a PEMEX se refiere) enviada por el presidente Felipe Calderón al Congreso de la Unión. Aparentemente todo radicaba en la interrogativa de si deberá PEMEX aceptar o rechazar la inversión extranjera en la exploración y explotación del petróleo mexicano, sin embargo, es necesario hacer conciencia que el problema de los energéticos va mas allá ya que en un futuro cercano el problema no va a ser solo la exploración y explotación del petróleo sino la escasez del mismo debido a la gran demanda que existe de este producto a nivel mundial.

El tema del petróleo es muy complejo, pero si se trata de listar la gran primera interrogante es sobre las reservas. Para ello hemos realizado una investigación bibliográfica de diversas fuentes, encontrando discrepancias en los números, y por tanto esto requiere de un análisis; por lo que se hizo una transpolación de datos para obtener un modelo de producción vs reservas y más adelante hacer un análisis de los modelos y los métodos de producción.

Sesión Regular

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Organizadores:

Luca Ferrari Pedraglio

José Rosas Elguera

GET-1

QUÉ NOS DICEN LAS DIFERENCIAS ESTRUCTURALES ENTRE CINTURONES DE PLIEGUES Y CABALGADURAS? COMPARACIÓN DE LAS ROCALLOSAS DE CANADÁ Y LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MÉXICO

Tolson Jones Gustavo¹, Fitz Díaz Elisa², Ortega Flores Berlaïne³,
Bolaños Rodríguez Daniel³, Vázquez Serrano Alberto⁴ y Treviño Nelda³

¹Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

⁴Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

tolson@unam.mx

A pesar de la continuidad geomorfológica del cinturón de pliegues y cabalgaduras que se extiende desde Alaska hasta el sur de México y cuya manifestación fisiográfica son las Rocallosas y la Sierra Madre Oriental, respectivamente, existen variaciones importantes en el estilo de deformación a lo largo de esta cordillera. Aquí comparamos dos secciones detalladas, una en el sur de Canadá y la otra en el centro de México con el objetivo de comprender las diferencias entre ambas.

Las dos secciones comparten algunos atributos fundamentales: una geometría de cuña con propagación de estructuras y disminución de intensidad de deformación hacia el antepaís, así como una zona de despegue bien definida. Todos estos atributos son compatibles con el modelo de cuña orogénica supercrítica. La edad de la deformación, las litologías involucradas y el acortamiento total registrado son también comparables.

Sin embargo, en las Rocallosas de Canadá, el estilo tectónico dominante consiste en grandes losas apiladas de manera imbricada de oeste a este con poca deformación al interior de las mismas. Al contrario, en el Centro de México cada escama refleja una distorsión interna mucho más pronunciada que se manifiesta por medio de pliegues en escala métrica y menor desplazamiento a lo largo de las cabalgaduras.

Una de las diferencias entre las dos secciones la constituye la distribución lateral de facies. Mientras que la sección canadiense manifiesta un cambio de facies lateral en el centro de la sección, donde la porción carbonatada del oriente da paso a estratos más arcillosos hacia el occidente, la sección del centro de México muestra rígidas plataformas carbonatadas en contacto transicional con los bordes de cuencas carbonatadas más profundas con estratos calcáreos delgados intercalados localmente con listones de pedernal. De oeste a este, se observan rocas de la Plataforma el Doctor, la cuenca de Zimapan, la plataforma Valles-San Luis Potosí y la cuenca Tampico-Misantla. La heterogeneidad mecánica de las rocas del centro de México tiene como resultado una concentración del acortamiento de las rocas de cuenca en las zonas cercanas a los contactos con las plataformas.

Uno de los factores que consideramos importantes para las variaciones observadas en el desarrollo estructural es la anisotropía mecánica de las rocas, que en la sección del centro de México es notoria. Otro factor es el coeficiente de fricción del horizonte de despegue, que afecta el ángulo de la cuña. En el caso de México, la anisotropía mecánica favorece el desarrollo de pliegues en escala métrica de los estratos que conforman las napas individuales. Otra de las implicaciones que tiene esta observación es la mala resolución de las secciones sísmicas obtenidas en el centro del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano, lo cual repercute directamente en la exploración sísmica de este dominio tectónico. La mala respuesta sísmica obedece a la pronunciada atenuación de la energía sísmica causada por la complejidad geométrica de los reflectores.

GET-2

DATOS PARA LA INTERPRETACIÓN TECTÓNICA-PALEO GEOGRÁFICA DEL MARGEN PALEOPACÍFICO DE MÉXICO DURANTE EL PALEOZOICO TARDÍO-MESOZOICO TEMPRANO

Barboza Gudiño José Rafael¹, Valencia Víctor A.², Zavala
Monsivais Aurora³ y Rodríguez Hernández Sergio Edgardo⁴

¹Instituto de Geología, UASLP

²University of Arizona, Tucson

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, UANL

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
rbarboza@uaslp.mx

Tras la colisión Laurentia-Gondwana en el Paleozoico tardío que significó el cierre del océano Rheico se formó el cinturón "Sonora-Ouachita-Marathon" y la porción hasta ese entonces consolidada de México se hallaba en la margen ecuatorial de Pangea. Un posterior proceso de expansión afectó el extremo occidental de esta geosutura y colocó partes de este cinturón deformado en el noroeste de México y partes en el sureste, quedando el bloque de Oaxaquia en la margen paleopacífica de México. En esta margen una sucesión volcano-sedimentaria depositada desde el Paleozoico Inferior fue deformada y metamorfoseada al tiempo que iniciaba un proceso de subducción, el cual produjo el complejo que hoy conocemos como Esquisto Granjeno en la Sierra Madre Oriental. La procedencia en base a geocronología de circones detríticos de esta sucesión, es claramente grenvilleana-panafricana y la edad máxima del depósito es del Paleozoico Temprano, en tanto que las edades del metamorfismo corresponden

al Paleozoico Tardío. Tras la fase de subducción de bajo ángulo que produjo la deformación y metamorfismo, hasta ahora únicamente reconocido en sus facies de esquistos verdes, continuó un proceso de subducción de gran ángulo que propició la instalación del llamado arco magmático Permo-Triásico del este de México.

Durante el Triásico y según los resultados de la geocronología de circones detríticos, el bloque de Oaxaquia, los bloques panafricanos, los complejos deformados del Paleozoico, como el esquisto Granjeno y las rocas magmáticas del Permo-Triásico además de algunos complejos plutónicos y volcánicos del Paleozoico Inferior, parecen haber sido las principales fuentes de sedimentos. Una gran cantidad de estos sedimentos clásticos fluviales se han podido reconocer en los estados de Nuevo León y Tamaulipas (Formación El Alamar) y de abanico submarino hacia San Luis Potosí y Zacatecas, (Formación Zacatecas). Estos sedimentos, principalmente los que afloran en la Mesa Central de México, fueron deformados hacia el fin del Triásico y el inicio del Jurásico, aparentemente por efectos de una subducción cuyos vestigios se pueden únicamente observar en afloramientos muy aislados y poco estudiados, sin embargo es clara la influencia de esta misma zona de subducción en el volcanismo del Jurásico Inferior a Medio, conocido como arco Nazas. Finalmente la geocronología de circones detríticos ha permitido correlacionar algunas unidades siliciclásticas de facies marinas marginales de la Mesa Central, con la Formación Huayacocotla de Veracruz, Puebla e Hidalgo, así como las unidades Liásicas de estados como Guerrero y Sonora, permitiendo reconocer que la margen paleopacífica de México en el Jurásico Inferior se hallaba en tal posición.

GET-3

DEFORMACIÓN POR ACORTAMIENTO EN LA CUENCA TAMPICO-MISANTLA, LÍMITE ESTE DEL CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS MEXICANO

Ortega Flores Berlaïne¹, Tolson Jones Gustavo² y Fitz Díaz Elisa³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM

³Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota

berlaïne_o@yahoo.com.mx

La Cuenca Tampico-Misantla (CTM) es un elemento paleogeográfico del Cretácico localizado entre la plataforma carbonatada Valles-San Luis Potosí (PVSLP) y la Planicie Costera del Golfo de México. Su estratigrafía se caracteriza por tener una litología heterogénea, constituida por una secuencia terrígena del Jurásico Medio-Tardío, sobreyacida por calizas bien estratificadas del Cretácico Temprano, seguidas por depósitos calcáreo-arcillosos del Cretácico Tardío y por turbiditas del Paleógeno que, conjuntamente, suman un espesor aproximado de 3900 m. Por su parte, la PVSLP presenta predominantemente una secuencia de calizas de estratificación gruesa o de estructura masiva de más de 1500 m de espesor.

Durante la orogenia Laramide, las rocas de la CTM experimentaron dos eventos de acortamiento con un estilo de piel delgada o epidérmico. Las unidades jurásicas y del Cretácico Temprano desarrollaron dos fases de deformación contractiva, la cual se manifiesta a través de pliegues replegados y fallas inversas. Los pliegues de la primera generación se caracterizan por flancos isoclinales, mientras que la segunda generación desarrolla pliegues abiertos que a su vez son cortados por fallas inversas.

El contraste mecánico entre las unidades litológicas de la CTM y la PVSLP propició la partición de la deformación, manifestado por un alto grado de distorsión interna en la CTM a escala métrica. Hacia el borde occidental de la CTM la deformación se acomoda principalmente por fallas de cabalgadura y pliegues asociados apretados, mientras que hacia el centro de la cuenca se aprecian pliegues apretados y recostados y hacia la parte externa de la cuenca se desarrollaron cabalgaduras de bajo ángulo y pliegues suaves con vergencia al E-NE y otros con planos axiales verticales. La respuesta mecánica de la PVSLP fue diferente; en ella se desarrollaron pliegues a escala kilométrica y escasas cabalgaduras subhorizontales, las cuales sin embargo al menos duplican el espesor de la plataforma.

La configuración de la CTM deformada, es consistente con una cuña orogénica desarrollada en el borde de avance del contrafuerte, en este caso la PVSLP. En este contexto, se reconoció la variabilidad espacial en la distribución de los mecanismos de deformación que incluyen fallamiento, plegamiento y transferencia de soluciones, con contribuciones menores de deformación cristal-plástica.

Las estimaciones de acortamiento mínimo se llevaron a cabo usando estructuras mesoscópicas de las unidades del Cretácico Temprano-Tardío, obteniendo los siguientes resultados: hay un acortamiento máximo entre 72 y 75% con una dirección ENE-WSW acomodado por pliegues entre la CTM y la PVSLP. Sin embargo, hay que considerar que las rocas jurásicas cercanas al borde de la PVSLP presentan un acortamiento aún mayor que el que se estima aquí. Hacia el centro de la sección, los pliegues acomodan un acortamiento de 45-60% y, en las partes distales de la CTM, el acortamiento está entre 19-32%. Los resultados son consistentes con lo que se espera en el modelo de cuña orogénica, en el cual la deformación disminuye hacia el antepaís. Esta cuña es sólo una parte de un cinturón de pliegues y cabalgaduras, e involucra principalmente la cobertura sedimentaria por encima de una zona de despegue.

GET-4

ESTIMACIÓN DE ACORTAMIENTO MEDIANTE ANÁLISIS DE PLIEGUES TIPO CHEVRON EN LA SECCIÓN VIZARRÓN-TAMAZUNCHALE, ESTADOS DE QUERÉTARO Y SAN LUIS POTOSÍ

Vázquez Serrano Alberto¹, Tolson Jones Gustavo¹ y Fitz Díaz Elisa²¹Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM²Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota

hidroponia-nopalucan@hotmail.com

El Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano (CPCM), lo conforma un paquete de rocas sedimentarias heterogéneas cuya edad abarca del Jurásico al Paleógeno. Estas rocas han sido afectadas por acortamiento que se manifiesta mediante pliegues y cabalgaduras con una variabilidad sistemática de SW hacia el NE cuyo estilo tectónico es epidérmico ("thin-skinned"). Las estructuras presentan cambios de orientación, así como variaciones en las características de los pliegues. Es de interés geológico conocer no sólo cualitativamente estas variaciones, sino poder también estimar cuantitativamente la deformación experimentada. En este trabajo se presenta un nuevo método para la estimación del acortamiento utilizando pliegues de rodilla o "chevron".

Tomando como referencia los antecedentes teóricos de Ramsay (1974) se escribió un programa computacional que facilita el análisis del aplastamiento de pliegues chevron y que permite calcular de manera rápida y eficiente la distorsión interna asociada al aplastamiento—la etapa de acortamiento subsecuente al plegamiento mecánicamente activo o "buckling". El método se ha probado en una sección representativa del CPCM, en la sección Vizarrón-Tamazunchale, en la cual se ubican cuatro elementos paleogeográficos que se han interpretado en el área. Estos son, de oeste a este: la Plataforma El Doctor, la Cuenca de Zimapan, la Plataforma Valles-San Luis Potosí y la Cuenca Tampico-Misantla. Las estimaciones de aplastamiento se llevaron a cabo en pliegues de la Formación Tamauilipas, ampliamente distribuida en las cuencas Zimapan y Tampico-Misantla donde la anisotropía mecánica de las rocas favorece el desarrollo de pliegues chevron.

Los resultados de la aplicación del método arrojan datos congruentes con los conocimientos actuales de la deformación en cuñas orogénicas. También son congruentes con otros proxys de acortamiento, como el ángulo interflancos y la inclinación del plano axial de los pliegues, aún tomando en cuenta las particularidades mecánicas asociadas con los elementos paleogeográficos que actúan como contrafuertes o elementos rígidos de la cuña orogénica.

GET-5

FRENTE DE CABALGADURA LARAMÍDICA EN EL NW DE MÉXICO Y SW DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Jacques Ayala César¹, Jacobson Carl E.² y Barth Andrew P.³¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM²Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University, USA³Department of Earth Sciences, Indiana-Purdue University, USA

jacques@unam.mx

La evolución durante el Cretácico Tardío en la región no ha sido claramente establecida, principalmente porque la hipótesis megacizalla de Mojave-Sonora obstruía la consideración de otras reconstrucciones tectónicas. Se propone, en este trabajo, una falla de cabalgadura regional de edad laramídica que se extiende desde la parte norte-central de Sonora hasta el SE de California. Esta es una reconstrucción preliminar entendiendo que hay semejanzas que apoyan esta interpretación, pero que también existen algunas diferencias que la podrían modificar. El frente orogénico se extiende a lo largo de la traza de la postulada megacizalla, pero con base en la distribución de las rocas del Proterozoico-Paleozoico y las del Cretácico, se infiere que este contacto es una falla de echado (dip-slip) laramídica y no una falla lateral izquierda (strike-slip) del Jurásico. En Sonora, el Proterozoico-Paleozoico se conocen relativamente bien mientras que en el norte de Baja California el Paleozoico es menos conocido. Esto se debe a que se encuentra en áreas pequeñas y localmente metamorfozadas. Estas rocas se correlacionan muy bien con las de Sonora, en edad y en litología (Gastil, 1991), sugiriendo un dominio continuo. Por el otro lado, al norte de este dominio se tienen una serie de cuencas continentales y marinas, en las cuales se depositaron rocas clásticas, principalmente. Así tenemos las unidades McCoy Mountains, Winterhaven, Slumgullion en el SE de California y SW de Arizona; los grupos Bisbee y El Chanate y el complejo volcánico El Charro en el norte de Sonora. Otras unidades como El Tuli y Cabullona se encuentran más al oriente. El Cretácico está plegado y localmente foliado. En algunas localidades se tienen klipps de Paleozoico-Proterozoico sobre el Cretácico. Entre estos dos dominios se tiene una franja de rocas metamórficas que se extiende desde Sonora norte-central hasta el SE de California. El metamorfismo es de finales del Cretácico al Paleoceno, y las edades de los protolitos varían desde Jurásico Tardío a Cretácico Tardío. Existe una aparente continuidad hacia el NW de la franja metamórfica del Esquisto Altar que podría incluir los esquistos Orocopia, Pelona y Rand. Sin embargo, estos se generaron en un sistema de subducción buzando hacia el E, mientras que el Esquisto Altar se generó en un sistema de cabalgadura buzando hacia el sur. En la porción oriental de Sonora este evento no es muy claro por la ausencia del esquisto, quizá porque no ha sido exhumado tanto como el lado

occidental. Además, algunas relaciones entre unidades sugieren la presencia de una orogenia más vieja, probablemente equivalente a la Sevier.

GET-6

DEFORMACIÓN PRE-BATOLÍTICA INFERIDA EN EL COMPLEJO PLUTÓNICO LA UNIÓN, AL SUR DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Peña Alonso Tomás A.¹, Delgado Argote Luis A.¹, Weber Bodo¹ y Valencia Víctor A.²¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada²University of Arizona, Tucson

alepena@cicese.mx

El complejo plutónico La Unión se localiza en la costa del Pacífico de la península de Baja California, México, aproximadamente en el paralelo 28.35°. Está delimitado al oeste por el complejo plutónico Nuevo Rosarito, al sur por una pantalla de 6 km² de rocas pre-batolíticas de orientación NW-SE y echado vertical y, al este, por rocas pre-batolíticas que se extienden varios kilómetros hacia el NE. Este complejo plutónico de 44 km² está conformado por una secuencia Jurásica (La Unión Jurásica; UJ) y otra Cretácica (La Unión Cretácica; UK). UJ aflora principalmente en el norte del complejo, y consiste de intrusivos granitoides (152.7 Ma, U-Pb en zircón) que contienen pantallas pre-batolíticas de pocos metros de rocas predominantemente volcánicas con echado vertical. UK aflora al sur del complejo, y consiste de un plutón tonalítico elongado hacia el NW-SE.

UJ exhibe fábricas en estado sólido de textura esquistosa a milonítica con una orientación muy bien definida hacia el NW (promedio 332°/84°NE; n=169). Las rocas con textura milonítica exhiben lineaciones dispersas cuya orientación varía progresivamente del NE al SW, con un pequeño grupo orientado hacia el SE. El sentido de la cizalla de las milonitas con lineación de orientación NE a SW es de bloque SW hacia arriba; y las milonitas con lineación orientada hacia el SE tienen un sentido de cizalla de bloque NE hacia arriba.

Las pantallas pre-batolíticas tienen fábricas internas predominantemente protomiloníticas orientadas también hacia el NW (promedio 326°/83°NE; n=113). Sin embargo, a diferencia de los intrusivos que las contienen, la orientación de sus líneas varía progresivamente de vertical a sub-horizontal hacia el SE (promedio 126°/65°; n=108). Su sentido de cizalla es de bloque SW hacia arriba, de acuerdo a porfiroclastos de geometría sigmoidal y a estructuras S-C' en horizontes lávicos, y por la variación del tamaño de grano y textura de los fenocristales de varios derrames porfíricos.

UJ y UK son intrusionados por diques aplíticos de menos de 50 cm orientados hacia el NW (promedio 325°/86°NE; n=41). Estos diques presentan ligeros dobleces, en ocasiones márgenes dentados, y suelen estar acompañados por planos paralelos a su orientación rellenos de epidota. Tales diques indican una cizalla de bloque NE hacia arriba de acuerdo a microenclaves pervasivamente epidotizados con geometrías sigmoidales, a microcizallas, y a fracturas en-echelon rellenas por fases pegmatíticas. La orientación y el sentido de cizalla de estos diques es igual al de los diques miloníticos reportados en Nuevo Rosarito.

A través de estos datos interpretamos que UJ grabó un evento transpresivo pre-batolítico (bloque SW hacia arriba), cuyas fábricas en los intrusivos granitoides fueron oscurecidas por otro evento transpresivo batolítico (bloque NE hacia arriba), pero conservadas en las pantallas prebatolíticas.

GET-7

EL BATOLITO DE HERMOSILLO, SONORA: UN EJEMPLO DE LA EVOLUCIÓN MAGMÁTICA Y TECTÓNICA TERCIARIA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Calmus Thierry¹, Rivera Sivirán Daniel², Valencia MorenoMartín¹, Ochoa Landín Lucas² y Ramos Velázquez Ernesto³¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM²Departamento de Geología, Universidad de Sonora³Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur

tcalmus@servidor.unam.mx

Al contrario de los cuerpos intrusivos de Baja California que presentan una estructura plutónica original relativamente bien preservada, los plutones de Sonora fueron deformados y fragmentados por la extensión terciaria Basin and Range. El Batolito de Hermosillo, de composición general granodiorítica, forma una sierra alargada de 120 km de largo, localizada al límite oriental de la Provincia Extensional del Golfo de California. En los alrededores de Hermosillo, se pueden identificar al menos 4 etapas de magmatismo: 1) una granodiorita que ocupa la mayor parte del volumen de rocas intrusivas y que contiene localmente pequeños apófisis de diorita y microdiorita; 2) un granito leucocrático; 3) un enjambre de diques pegmatíticos cuya distribución geométrica sugiere un emplazamiento cercano a la cúpula del plutón; y 4) un enjambre de diques de espesartita y de kersantita, siendo los segundos los más jóvenes y menos comunes. Los 3 primeros eventos son representativos del magmatismo Laramide (Valencia-Moreno et al. (2006) reportan una edad 40Ar/39Ar en horblenda arrojo una edad de 60.51 ± 0.33 Ma para una muestra de la granodiorita) mientras que el magmatismo máfico es contemporáneo de la extensión

Basin and Range. Un gran número de los diques observados están asociados a fallas normales las cuales fueron reactivadas después del emplazamiento del magma.

Las rocas encajonantes son principalmente calizas recristalizadas, cuarcitas y corneanas de edad desconocida. Sin embargo, en base a correlaciones estratigráficas, consideramos que pertenecen a la secuencia de plataforma del Paleozoico de Sonora central. Presentan un fuerte metamorfismo de contacto y un metasomatismo caracterizado por la generación de granate, vesuvianita, wolastonita, calcita y piróxeno. En algunas partes, la reacción metasomática desarrolló skarns de tungsteno los cuales fueron explotados durante el siglo pasado.

En el sur de Hermosillo, afloramientos aislados en forma de techos colgantes, de rocas pre-batolíticas definen un pliegue amplio con una dirección axial NS y pliegues locales cerrados con una dirección axial EW. A estos pliegues se sobreponen micropliegues de flujo provocados por la intrusión de las rocas graníticas en los bordes de las rocas encajonantes, bajo un régimen térmico alto. En el flanco sur del cerro de La Cementera, una familia de micropliegues poli-harmónicos con ejes verticales o inclinados muestra una disharmonía entre las capas marmolizadas y los niveles de silicatos cálcicos o cuarcíticos.

La contemporaneidad entre el magmatismo lamprofídico y el fallamiento normal permite usar los diques como indicadores cinemáticos para la fase de extensión Basin and Range. La cronología relativa de los diques de espesartita y de kersantita del cerro La Cementera sugiere una probable rotación del esfuerzo principal mínimo desde una dirección NE-SW hasta una dirección E-W. Tomando en cuenta el echado de 10 a 20° hacia el oeste de las rocas volcánicas del Mioceno Tardío en la cercanía de Hermosillo se concluye que la primera fase de extensión debió ocurrir bajo un esfuerzo principal mínimo subhorizontal.

GET-8

CONTROLES ESTRUCTURALES PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS, MÉXICO

Chávez Cabello Gabriel
Facultad de Ciencias de la Tierra, UNAL
gabchave2001@yahoo.com.mx

El Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro (CICO) está compuesto por lo menos por diez cuerpos intrusivos y una cantidad innumerable de cuerpos sub-volcánicos emplazados dentro de la secuencia clástica-calcárea del Mesozoico (Jurásico-Cretácico), dentro de la región del antepaís de la Sierra Madre Oriental (SMO), cerca de los límites con la Mesa Central de México. El CICO presenta una orientación aproximada E-W paralela al tren regional de pliegues y cabalgaduras de la SMO al sur de la Sierra de Parras, internándose en la parte central de la saliente regional que forma la SMO en el NE de México. Se desarrolló cartografía de detalle y secciones geológico-estructurales regionales con el objetivo de conocer los controles estructurales para el emplazamiento de los magmas. Los resultados indican que la mayor parte de los intrusivos fueron emplazados a través de fallas de cabalgadura previamente desarrolladas durante la formación del cinturón plegado y cabalgado de la SMO, similar a lo que ocurre en el cinturón Sevier de USA. Las fallas corresponden a estructuras semiregionales que controlaron el desarrollo de pliegues de despegue y de propagación de falla en la región. Característicamente, la mayoría de los intrusivos se emplazaron en los núcleos de anticlinales y a través de fallas que cortan sus flancos frontales. La geometría de las estructuras de emplazamiento cambian desde intrusiones infladas con deformación escasa en el contacto de los intrusivos con la roca encajonante, en los núcleos de pliegues anticlinales, cuerpos tabulares emplazados a lo largo de fallas en los flancos frontales, diques, dique-estratos, hasta intrusiones altamente discordantes con las estructuras laramídicas. Este estudio forma la base para determinar la edad de culminación de la orogenia Laramide en la parte central de México, usando relaciones entre emplazamientos y estructuras laramídicas regionales. Esta investigación se desarrolla en el marco del proyecto conacyt: Magmatismo, Deformación Y Metalogenia Laramide: Análisis De La Subducción Y El Papel De La Litósfera En El Norte De México (49528-F), en el que se determinarán parte de las implicaciones de la subducción de la placa Farallón durante la orogenia Laramide en el Norte de México.

GET-9

MAPAS DE DEFORMACIÓN DURANTE EL ACORTAMIENTO DE SECUENCIAS MECÁNICAMENTE ESTRATIFICADAS

Cerca Mariano¹, Barrientos García Bernardino², Carreón Freyre Dora¹ y García Márquez Jorge²

¹LAMMG, Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.

mcerca@geociencias.unam.mx

El análisis cinemático que hemos desarrollado para el estudio de la deformación en modelos analógicos nos permite obtener imágenes de gran detalle de la distribución de la deformación pura y de cizalla. La deformación de los modelos en superficie y en sección lateral responde a la deformación interna y el flujo de masa durante el acortamiento producido por el avance de una pared móvil. Para obtener los mapas de deformación superficial en 3D hemos utilizado técnicas de

velocimetría (PIV) y proyección de luz estructurada. Los mapas de distribución de la deformación obtenidos de esta manera no son uniformes y nuestros resultados confirman una importante influencia de la reología del despegue. En este trabajo se analizan y comparan nuevos mapas de deformación superficial en un medio granular quebradizo que descansa sobre una reología viscosa no lineal (n=3), cercana a la lineal (n=1.15), lineal (n=1) y sobre un medio friccional con diferente resistencia. Se observaron campos de desplazamiento distintivos para cada experimento. Los resultados de los modelos son comparados con curvas experimentales de esfuerzo-deformación para los materiales granulares y de curvas de flujo para los materiales viscosos.

GET-10

ANÁLISIS DE LA DEFORMACIÓN PROGRESIVA EN LA CUENCA DE ZIMAPÁN

Bolaños Rodríguez Daniel¹, Tolson Jones Gustavo² y Fitz Díaz Elisa³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM

³Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota
moebious_88@yahoo.com

El análisis del desarrollo progresivo de estructuras vinculadas a cinturones orogénicos implica diferentes escalas de observación, bajo la premisa de que existen elementos con orientaciones y geometrías diversas que registran la suma de cambios geométricos que derivan en la configuración final de dichas estructuras. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio estructural detallado de la evolución de los mecanismos de deformación que operaron en distintos niveles estructurales y estratigráficos en un sector del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano (CPCM).

La Cuenca de Zimapán es un elemento paleogeográfico mesozoico involucrado en la deformación por acortamiento que caracteriza al CPCM. Ubicada hacia el extremo occidental de dicho orógeno, la Cuenca de Zimapán se encuentra limitada al oeste por la Cabalgadura El Doctor y al oriente por la Cabalgadura el Volantín. La heterogeneidad litológica y mecánica de los elementos paleogeográficos involucrados en la deformación de este sector se traduce en diferencias geométricas de las estructuras resultantes. Mientras que en el interior de las plataformas, mecánicamente más competentes, la deformación se tradujo primordialmente en fallas de bajo ángulo y cizalla intracapa, en las rocas de cuenca se generaron pliegues con diversas geometrías y orientaciones, limitados a su vez por varios niveles de despegue.

En los pliegues mesoscópicos se realizó un análisis geométrico-cinemático de vetas de origen sintectónico y postectónico al evento de acortamiento, con el objetivo de utilizarlas como marcadores de la deformación y, con base en las relaciones de corte, comprender los mecanismos que actuaron durante el plegamiento. Así mismo, la asimetría de las estructuras sugiere una componente de cizalla importante que modificó la geometría de los pliegues en una etapa posterior de su desarrollo. Evidencia de ello es una atenuación importante del espesor en los flancos de pliegues, lo cual interpretamos como una etapa previa de la evolución de estructuras plegadas a zonas de cizalla. Confrontamos estas interpretaciones con el análisis de micro-estructuras elípticas para cuantificar la deformación experimentada en esta área.

GET-11

COMPLEJO ACATLÁN EN EL ÁREA DE TEHUITZINGO, ESTADO DE PUEBLA, SUR DE MÉXICO: EVIDENCIAS DE SU EVOLUCIÓN TECTÓNICA

Galaz Escanilla Gonzalo¹, Keppie Duncan¹ y Solari Lovati Luigi²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

ggalaz@ing.uchile.cl

En las cercanías del pueblo de Tehuitzingo, ubicado a 193 Km al suroeste de Puebla, aflora un cuerpo ultramáfico harzburgítico completamente serpentizado. Específicamente en el área de Tecolutla, este cuerpo serpentinitico se encuentra polideformado de manera similar a una unidad adyacente de medio-alto grado metamórfico, constituida por gabro, diorita, granito y esquisto de mica, sugiriendo una historia de deformación y metamorfismo común. A su vez, estas rocas se encuentran emplazadas en una unidad metasedimentaria de bajo grado metamórfico (sub-esquistos verdes), formada principalmente por metapelitas y metasamitas.

Las unidades de alto y bajo grado presentan una foliación principal N-S, aunque cercano a los contactos es caótica. Este contacto se encuentra obliterado por deformaciones posteriores en diversos lugares, sólo en su parte sur conserva su geometría primaria inversa de bajo ángulo (25°), que yuxtapone la unidad de medio-alto grado sobre la unidad metasedimentaria de bajo grado, con una orientación E-W.

Se obtuvieron edades U/Pb mediante Ablación Laser en zircones desde el granito (~481 Ma, edad de cristalización) y el esquisto de mica (433-495 Ma, máxima edad de deposición) pertenecientes a la unidad de medio-alto grado, así como de una metasamita (~450 Ma, máxima edad de deposición) en la cual se encuentran

emplazados. Los resultados sugieren que esta metasamita podría corresponder a cualquier roca sedimentaria de bajo grado del complejo Acatlán post-ordovícica superior, tales como las litodemas Las Minas y Huerta. Datos geoquímicos y geocronológicos permiten la correlación del granito con los granitos megacrystalinos ordovícicos (e.g. La Noria, Palo Liso y El Zapote Negro), reportados a pocos kilómetros del área de estudio. El esquisto de mica entrega un rango de edades muy extenso para establecer una correlación con alguna de las unidades presentes en el Complejo Acatlán.

Estudios anteriores basados en los elementos del grupo de los platinoides, sugieren una ofiolita de zona de suprasubducción como protolito del cuerpo serpentinitico de periarco. Geoquímica del gabro y la diorita pertenecientes a la unidad de medio-alto grado, evidencian una composición toleítica de arco, tipo de magmatismo característico en etapas iniciales de la evolución de ofiolitas de zonas de suprasubducción en el antearco. Los nuevos datos son consistentes con la evolución planteada para el Complejo Acatlán en otros sectores, comenzando con un evento magmático bimodal de rift entre los 480-440 Ma, representado por el granito, iniciándose luego un período de subducción entre el Ordovícico Superior-Devónico, donde posiblemente se generaron la ofiolita y las rocas máficas en una zona de suprasubducción. Mediante un proceso de subducción-erosión durante el Devónico-Carbonífero?, estas unidades fueron transportadas hacia profundidades suficientes para producir un metamorfismo facies anfíbolita en la unidad ígnea-sedimentaria y la serpentinización de la litósfera oceánica debido. Cabe señalar que el campo de estabilidad de la antigorita (~9 Kb y 550°C), principal mineral de la serpentinita, es consistente con el campo de estabilidad de la facies anfíbolita. Por último estas rocas son exhumadas y emplazadas en rocas de bajo grado metamórfico durante el Carbonífero Inferior.

GET-12

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y GEOCRONOLOGÍA U-PB EN IXCAMILPA DE GUERRERO, PUEBLA, OESTE DEL COMPLEJO ACATLÁN SUR DE MÉXICO: IMPLICACIONES EN LA EXHUMACIÓN DE ROCAS DE ALTA PRESIÓN

Ramos Arias Mario Alfredo¹, Keppie Duncan¹ y Valencia Víctor A.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²University of Arizona, Tucson

alfredogeo@yahoo.com.mx

Nueva cartografía geológico-estructural y datos geocronológicos en el oeste del Complejo paleozoico de Acatlán (Ixcamilpa de Guerrero, Puebla), registra un episodio metamórfico bajo condiciones de alta presión /media temperatura (facies de esquisto azul y eclogita; la eclogita es de temperatura media-alta) con variables grados de retrogresión.

El área de estudio se separa en dos paquetes rocosos de alto y bajo grado con orientación NE-SW:

a) Unidad La Encinera consiste de cuarcitas, meta-arcosas, filitas y meta-volcaniclasticos en facies de esquistos verdes baja. Con un rango de edad mínima de depósito de entre 383-348 Ma con base a zircons detríticos en sistema de U-Pb.

b) La Unidad Ixcamilpa se constituye como un ensamble tectónico con al menos cinco litologías distinguibles: i) anfíbolita intercalada con esquisto de mica; ii) granito leucocrático y mega-cristalino milonitizado; iii) meta-sedimentos intercalados con anfíbolita con abundante crecimiento de granate y anfíbol; iv) al norte existen lentes de anfíbolita con abundante epidota y anfíbol sódico; v) por último, en la parte oriental del alto grado, se observa anfíbolita intercalada con meta-sedimentos con edad mínima de depósito con base en zircons detríticos de ~840 Ma intrusada por diques graníticos de 484 ± 6 Ma para zircons, ambos en sistema U-Pb.

Con el análisis estructural se ha podido definir que en el área de Ixcamilpa existen tres series de estructuras penetrativas en régimen dúctil: (i) pliegues isoclinales con el desarrollo de una foliación donde creció granate y anfíbol sódico, este evento sólo afecta al ensamble de alta presión; (ii) un plegamiento de la primera foliación de manera recumbente y de cinemática hacia el oeste, con el desarrollo de clivaje presión solución y mica blanca; y (iii) pliegues abiertos subverticales con ejes orientados NE-SW en conjunto con crenulaciones (régimen dúctil- frágil) denotando una cinemática derecha. Estas últimas dos series de estructuras afectan a todo el ensamble por igual. Una zona de cizalla N-S de cabalgadura yuxtapone al ensamble de alta presión arriba de la unidad de de bajo grado, con componentes inverso al oeste y ligeramente derecha.

En porciones al norte del complejo Acatlán existen afloramientos de cobertura paleozoica con depósitos del Devónico Tardío y Pérmico (Grupo Patlanoaya y Formación Tecomate) adyacentes a rocas que muestran un régimen estructural de fallamiento lítrico y en facies de esquistos verdes durante el Carbonífero. Los datos estructurales en la zona de Ixcamilpa podrían constituir un modelo de extrusión, dado que la exhumación de bloques de alta presión suelen tener una zona de cizalla extensional en la cima y una zona de cizalla inversa en la base. Por tanto existe concordancia con la descompresión en tiempos del Paleozoico Tardío durante el cierre del Océano Réico y/o subducción a lo largo del margen Oeste de Pangea.

GET-13

LOS MODELOS DE TRES LINEAS DEL CAMPO MAGNETICO MARINO DE BAHIA DE BANDERAS CONFIRMAN SU ESTRUCTURA DE SEMI-GRABEN

Álvarez Béjar Román¹, López Loera Héctor² y Arzate Flores Jorge³

¹Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

³Centro de Geociencias, UNAM

rab@leibniz.iimas.unam.mx

Se ha propuesto que la edad de la Bahía de Banderas es del Mioceno Tardío, lo que la hace contemporánea con las primeras manifestaciones de la separación de Baja California de la placa Norteamericana. Inicialmente a la bahía se le supuso una estructura de graben pero subsecuentemente se comprobó mediante un modelado estructural que cumple con el desarrollo de un semi-graben del tipo de crecimiento de falla, con geometría de arrastre inverso. En este modelo, la subsidencia está vinculada a actividad sísmica y las cuencas se amplían con el tiempo, mientras las fallas que las flanquean se alargan. Adicionalmente, el desplazamiento de la falla normal que flanquea la estructura es máximo en el centro de la misma o cerca de este punto y decrece marcadamente hacia los extremos. Como la falla de Banderas corre de este a oeste el desarrollo de la bahía se ha vinculado a un proceso de extensión norte-sur. Habiendo obtenido el campo magnético marino de Bahía de Banderas en una extensión aproximada de 1400 km², a través de la medición de 5523 estaciones distribuidas a través de la bahía, generamos mapas del campo magnético total y residual de la misma. Aquí desarrollamos los modelos magnéticos de tres líneas paralelas, a través de la parte occidental de la bahía, que la cruzan en dirección NNW, obteniendo la topografía del fondo marino a lo largo de dichas líneas de un modelo digital de elevación previamente elaborado, así como el campo magnético residual correspondiente obtenido de las presentes mediciones. La geometría de las fuentes asociadas con las anomalías magnéticas fueron restringidas a la geometría de la superficie y ajustando la extensión y la parte inferior de dichas fuentes. El material subyacente se asocia al batolito de Vallarta y se le asigna una susceptibilidad magnética uniforme de 0.010x10⁻⁴ unidades cgs y una densidad de 2.8 g/cm³ a la que se superponen capas de rocas félsicas de varias susceptibilidades magnéticas. El cálculo para ajustar el campo observado se hizo con el paquete GM-SYS, que utiliza una rutina de inversión de Marquardt para linealizar e invertir los cálculos. Las anomalías son modeladas como cuerpos poligonales con diferentes magnetizaciones. Se propone un grupo de fallas asociadas a la distribución de tipo de roca y su susceptibilidad magnética. Estas fallas corresponden al tipo encontrado en cuencas de extensión, en particular en semi-grabenes: fallas lítricas y fallas antitéticas en el bloque caído. Los ajustes son buenos en los extremos de las líneas aunque su calidad algo decrece hacia el centro. Estos resultados confirman que la estructura de Bahía de Banderas corresponde a un semi-graben de arrastre inverso, como se propuso previamente a través de un modelado independiente.

GET-14

DEFORMACIÓN ENTRE LA FALLA CINCO DE FEBRERO Y LA FALLA CIMATARIO, QUERÉTARO

Xu Shunshan, Nieto Samaniego Angel y Alaniz Álvarez Susana

Centro de Geociencias, UNAM

sxu@dragon.geociencias.unam.mx

La falla Cinco de Febrero y la falla Cimatario tienen un rumbo de NNW e inclinación hacia al oeste. La falla Cinco de Febrero se ubica en el norponiente de la ciudad de Querétaro y la falla Cimatario en el suroeste. Las dos constituyen una parte del graben de Querétaro. La Falla Cinco de Febrero tiene un desplazamiento máximo vertical de 230 m, y el desplazamiento vertical de la falla Cimatario al menos alcanza 80 m. El desplazamiento de las dos fallas produce basculamiento de las capas formando una rampa entre ellas. El basculamiento es debido a la rotación sobre dos ejes, uno es paralelo y el otro perpendicular al rumbo de las fallas. El echado y azimuth de la inclinación de las capas dependen de la combinación de la cantidad de rotación en ambos ejes. Por otro lado las fallas con rumbo ENE-EW también causan basculamiento de las capas, por lo que el basculamiento es muy complicado en la zona de rampa. Los echados medidos en la zona de rampa varían entre 3° y 15° con mayoría de buzamiento hacia SE.

Otras estructuras más pequeñas observadas en la rampa son diques riolíticos y piroclásticos; así como vetas de cuarzo y de calcita en derrames de andesita. En la secuencia lacustre del Volcaniclastico Querétaro, se encuentran diques clásticos, vetas de cuarzo, calcita y yeso. Por otro lado se encuentran fallas normales pequeñas y fracturas abiertas. Según estas estructuras menores, al menos se distinguen tres fases extensionales en las fallas NNW-SSE y tres en las ENE-WSW. Se calcula la extensión debido a las vetas. Los resultados muestran que la parte central de la rampa tiene el máximo valor de extensión.

GET-15

APORTE GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL COMO AYUDA EN EL ENTENDIMIENTO DE FLUJO SUBTERRÁNEO EN AL ACUÍFERO DE AMAZCALA

Portillo Pineda Rodrigo, Ortiz Villaseñor Ignacio, Ochoa González Gil Humberto, Cerca Mariano y Carreón Freyre Dora

Centro de Geociencias, UNAM
rportillo@geociencias.unam.mx

Con el objetivo de entender los patrones de flujo de agua subterránea se realizó un estudio geológico-estructural en escala 1:25,000 del Valle de Amazcala, ubicado en el estado de Querétaro. Con base en la cartografía realizada y fechamientos reportados se determinaron principalmente cuatro episodios volcánicos mayores. Se estableció un modelo sobre la geometría del subsuelo a partir de la geología y estructuras superficiales y la interpretación de registros litológicos de pozos de extracción de agua. Se proponen dos secciones estructurales a detalle que cruzan de N-S y de NW-SE el Valle de Amazcala. Para analizar el flujo de agua subterránea, se midieron los niveles piezométricos de 13 pozos y se integraron con la historia piezométrica de la zona. El análisis de las secciones estructurales permitió relacionar las características estratigráficas y estructurales de los materiales que constituyen el subsuelo del valle y zonas circundantes con las propiedades hidráulicas del sistema. Se concluye que las fallas geológicas determinan los patrones de flujo preferenciales de escala regional (flujo intermedio que afecta tanto al Valle de Amazcala como al de Querétaro). Integrando el análisis geológico y piezométrico se realizó un modelo numérico de flujo, donde se observa concordancia geométrica entre las conductividades hidráulicas reportadas y la distribución superficial de los materiales geológicos. El modelo se restringió utilizando la sección estructural N-S y confirma la estrecha relación entre las propiedades geológicas e hidráulicas de los materiales. Se discute la necesidad de analizar la estructura geológica como parte integral del sistema hidráulico y no sólo para establecer las condiciones de frontera en los modelos numéricos.

GET-16

ESTRATIGRAFIA, PALEOAMBIENTES Y MARCO GEODINAMICO DE LOS LAGOS DEL CENTRO OCCIDENTE DE MEXICO

Israde Alcántara Isabel¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Ángel² y Pérez López Raúl²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
²Instituto Geológico y Minero de España
isaisrade@gmail.com

Los sistemas lacustres del centro de México han evolucionado en directa correspondencia con el régimen geodinámico descrito en esa misma zona. Dichos sistemas están fisiográficamente limitados por la Sierra Madre Oriental deformada durante el Paleoceno (Orogenia Laramide) y la Sierra Madre Occidental producto de la subducción pacífica durante el Eoceno-Mioceno. Ambas sierras además están directamente relacionadas con el sistema de Cuencas y Sierras cuyo máximo paroxismo ocurre en el Oligoceno y que en la región de Guanajuato converge, en el Mioceno tardío, con el inicio de la actividad del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM).

El fallamiento y fracturamiento ligado con el CVTM se inicia después de los 12Ma, produciendo grabens y semigrabens producto de un sistema transtensivo orientado NO-SE y que se hace más importante durante el Mioceno tardío-Plioceno.

Entre Michoacán y Guanajuato, se traslapan las depresiones del NO-SE y N-S con las NE-SO del CVTM. En un momento en que la tasa de vulcanismo disminuye considerablemente (Plioceno superior- Cuaternario, de 4 a 2Ma), se desarrollan sucesiones lacustres y fluvio-lacustres que registran los eventos geológicos y ambientales más relevantes de la región.

Después de los 5 Ma y contemporáneamente a los efectos transtensivos del CVTM el clima se observa más cálido húmedo, sugiriendo cambios en los patrones de la circulación atmosférica. En los grabens rellenos por sucesiones fluvio lacustres y lacustres las diatomitas se depositan en cadenas de lagos permanentes que presentan espesores importantes en la región de Ixtahuaca, Acambay, Chincua, Maravatío, Cuitzeo, Zacapu y Chapala que se mantienen hasta el Pleistoceno tardío y que se desarrollan en función de la evolución geológica del río Lerma. Es importante destacar que la mayoría de estas sucesiones lacustres vienen cubiertas por sucesiones aluviales indicando una sucesiva fase de erosión regional.

El posterior vulcanismo de afinidad basáltica y andesítico basáltica es de tipo monogenético (Cuaternario) y finalmente modela los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Tacámbaro. Estos lagos se integran dentro de las estructuras NE-SO y E-O que han producido uno de los campos volcánicos monogenéticos mas grandes del Mundo como resultado de un proceso transtensivo izquierdo consecuencia de la migración del sur de México.

GET-17

MICROESTRUCTURA DE FLUJO COMO INDICADOR DE REOLOGIA EN DIQUES CON MEGACRISTALES

Chávez Álvarez Jazmín¹, Cerca Mariano¹, Lima García Rosa María² y García Escovedo Octavio³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

mjchavez@geociencias.unam.mx

Los diques basálticos y basalto-andesíticos del enjambre Tuzantla-Tiquicheo-Nanchititla tienen una textura predominantemente afanítica con fenocristales de plagioclasa. El fluido magmático que se emplazó en estos diques puede ser considerado como una suspensión en dónde la fase sólida (fenocristales) y la fluida interactúan entre sí, contribuyendo de manera importante al comportamiento reológico del magma. Si el contenido de fenocristales es suficientemente alto, las interacciones entre ellos pueden modificar la dinámica general. En el caso de los diques de TNT se pueden apreciar aglomeraciones de estos fenocristales formando glomeropórfidos principalmente de plagioclasa. Las aglomeraciones pueden deberse tanto a sobrecrecimiento como a la interacción mecánica durante el flujo. En el caso de interacción mecánica entre las componentes sólidas de una suspensión se forman arreglos específicos (microestructura) que fueron reconocidos en muestras de mano. La microestructura que forma alineaciones de plagioclasas (textura traquítica) puede facilitar el flujo y provocar una caída en la viscosidad del magma y comportarse como un fluido engrosante. El caso contrario ocurre cuando la microestructura forma aglomeraciones cristalinas desordenadas que dificultan el flujo resultando en un aumento no-lineal de la viscosidad, en cuyo caso el magma se comporta como un fluido engrosante. Se propone una metodología para cuantificar la interacción de los fenocristales en el enjambre de diques de TNT, que integrado con atributos como orientación preferencial y relación de aspecto puede indicar el comportamiento reológico de los magmas emplazados. Esta información puede ser utilizada para mejorar el conocimiento de la reología del magma a partir del escalamiento dinámico de fluidos análogos.

GET-18

APLICACIÓN DE GPR PARA LA UBICACIÓN, DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS EN LA ZONA DE ATLIXCO, PUEBLA

González Guevara José Luis y Morás Conde Angel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
jose.gogu@gmail.com

Los estudios arqueológicos comúnmente son realizados bajo métodos, relativamente, simples, y aunque hasta el momento se puede considerar que se han obtenido resultados favorables, actualmente existen técnicas y métodos que contribuyen a optimizar tiempo y costos, además de ofrecer información confiable para la ubicación de estructuras. Uno de estos métodos es el georadar, el cual nos permite delimitar y caracterizar las estructuras arqueológicas sub-superficiales, y es el método utilizado en éste proyecto.

En el presente trabajo, se expone la eficiencia de la aplicación del método del georadar en investigaciones arqueológicas; en específico, se presenta el trabajo realizado en la zona denominada "Solares Grandes" en el municipio de Atlixco, Puebla; la finalidad del proyecto es la delimitación y caracterización de zonas arqueológicas cubiertas, además de la modelación tridimensional de las estructuras sub-superficiales de la zona de estudio, utilizando la información obtenida del software Prism2 for Windows, con el que opera el georadar Zond-12e, mismo que fue utilizado para la obtención de los datos en campo.

GET-19

RESULTADOS DE ESTUDIOS DE ARQUEOSISMOLOGÍA Y PALEOSISMOLOGÍA EN LAS ZONAS LACUSTRES DE MICHOACÁN, MÉXICO Y LAS INFLUENCIAS EN EL CONOCIMIENTO ANTISÍSMICO ENTRE TARASCOS E INCAS: CONTRIBUCIÓN A LA INQUA EEE SCALE PROJECT

Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Ángel², Israde Alcántara Isabel¹, Pérez López Raúl² y Hernández Madrigal Víctor Manuel¹

¹Departamento de Geología y Mineralogía, IIM, UMSNH

²Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos, Instituto Geológico y Minero de España
vgmonroy@umich.mx

Después de 8 años de trabajos de Peleosismología y de Arqueosismología en la parte central del Sistema de Fallas Morelia-Acambay (SFMA), nos damos cuenta que la actividad sísmica en estos segmentos ha marcado a las culturas desde tiempos prehispánicos. En Pátzcuaro y en la región de Zacapu se han encontrado fuertes evidencias de sismos que generaron rupturas cosísmicas que fueron posiblemente entendidas por los Purehepechas como eventos con los que habría que convivir y a los que se tendría que entender.

Por ahora los estudios de Paleosismología en Pátzcuaro, Zacapu, Morelia y Araro revelan que secuencias lacustres ricas de restos de cerámica Prehispánica (preclásico y Clásico) fueron afectados por rupturas cosísmicas, por efectos de licuefacción, por colapsos de terreno y de sus propias construcciones.

Esos escenarios de tiempos prehispánicos se repitieron con los sismos de 1845 y de 1858.

En las yacatas de Tzintzintzan se han encontrado técnicas de construcción antisísmicas que demuestran un conocimiento de los efectos de los sismos en sus construcciones.

Por otro lado, existe una hipótesis en los estudios de arqueología sobre las relaciones culturales, de lenguaje y ahora de técnicas de contracción entre las culturas prehispánicas del Perú (Machupicho y Cusco) y las desarrolladas en Michoacán (Tarascos). Por ejemplo estas técnicas parasísmicas de construcción son conocidas como las "Piedras de los doce ángulos" en Cusco y Machupicho. En la región de Cusco se tienen antecedentes de sismos en 1581, 1943, 1955 y 1997. En esta porción de la Cordillera Oriental del Perú, son muy pocos los estudios sobre las fallas activas, que seguramente a las culturas prehispánicas del Perú los guiaron para diseñar las técnicas antisísmicas que ahora observamos.

Con estos estudios hemos iniciado la contribución de los eventos sísmicos en México a la INQUA EEE Scale Project.

GET-20

LA ESCALA ESI 2007 DE LA INQUA, UNA HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DE SISMOS EN MÉXICO

Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Ángel² y Pérez López Raúl²

¹Departamento de Geología y Mineralogía, IIM, UMSNH

²Departamento de Investigación y Prospección
Geocientífica, Instituto Geológico y Minero de España
vgmonroy@umich.mx

Esta escala surge desde 1999 en la INQUA y ampliamente difundida en el congreso Geológico internacional de Florencia (Michetti et al., 2004). La nueva escala de intensidad macrosísmica se basa en los efectos que se producen en el medio y es el producto de amplias discusiones científicas.

Los doce grados de intensidad macrosísmica que se han desarrollado se han basado en la evaluación de los efectos en superficie en a. humanos, b. estructuras artificiales y c. en la naturaleza.

Seguramente que ya los trabajos de Urbina y Camacho 1913, el gran trabajo de García-Acosta y Suárez Reinoso (1997), ya son un excelente catálogo de la macrosismología de México. Desde 1999 la Universidad Michoacana inició una serie de estudios sobre los efectos de las fallas potencialmente sísmicas del centro de México, publicando con la Universidad de Colima un catálogo de sismos. Después del 2000 se han realizado importantes aportes en el conocimiento de los sismos del Pleistoceno y del Reciente que han quedado registrados en las secuencias de los lagos de Michoacán, Jalisco y Estado de México.

Estudios recientes de Arqueosismología muestran que en las culturas de Mesoamérica ya se hacían registros de estos eventos naturales y se consideraban para sus construcciones futuras.

Esta presentación tiene como objeto dar a conocer la escala ESI 2007 de la INQUA e invitar a todas las instituciones interesadas a formar el catálogo de sismos de México, para tener un mayor conocimiento de los efectos y poder realizar trabajos de peligros y mitigación.

GET-21 CARTEL

A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR INVESTORS IN THE MINING SECTOR - UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) PARA EL INVERSIONISTA EN EL SECTOR MINERO

Masuch Oesterreich Dirk¹ y Buttstaedt Mareike²

¹Geologo, Linares, NL

²Instituto de Geografía, RWTH Aachen, Alemania
dmasucho@prodigy.net.mx

A GIS database was built to identify investment opportunities in Nevada's booming mining industry. The database includes more than 100 stock exchange listed companies, focusing primarily on the junior miners. Company specific information and geological records were combined with financial data and stock information. The result is a unique GIS database that allows for efficient queries on Nevada's stock exchange listed mining companies. Maps derived from the database highlight the location of land properties and major commodities produced in the context of Nevada's known mineral trends.

Se compiló una base de datos en formato SIG para identificar oportunidades para inversiones en el sector minero del Estado de Nevada. La base de datos comprende más que 100 compañías con enfoque a los junior miners. Informaciones específicas de las respectivas compañías y de la geología de los yacimientos están ligadas a datos financieros sobre las compañías mineras y sus acciones. El resultado es una

base único de datos que permite la búsqueda eficiente de compañías mineras de Nevada con listado de sus acciones en las bolsas de valores. Un juego de mapas fue derivado de la base de datos con el fin de visualizar la ubicación de las propiedades y de los minerales producidos en el contexto de los conocidos mineralizaciones en Nevada.

GET-22 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE TLACOTEPEC DE BENITO JUÁREZ PUEBLA

Martínez Ruiz Gerardo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gerardomartinezuiz@hotmail.com

El estudio realizado en el Municipio de Tlacotepec de Benito Juárez localizado a 85 kilómetros de la Ciudad de Puebla en las coordenadas 642764 E 2065617 N con una altura aproximada de 1900 msnm.

El propósito del estudio efectuado en dicha zona fue para determinar la génesis, así como su control estructural, su secuencia litoestratigráfica y la distribución espacial de las capas como la petrología dominante en la zona. Por lo que se hizo un muestreo sistemático de los afloramientos, así como la identificación de fallas y fracturas presentes en la zona; la secuencia sedimentaria así como las secuencias carbonatadas en específico.

fisiográficamente se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur, tomando como referencia lo propuesto por Campa U.M. F. y Coney J.P. (1983), Hilger (1973), Padilla y Sánchez (1973) y todo está correlacionado con lo observado en campo; se propuso la siguiente secuencia.

La zona se encuentra emplazada en la formación Orizaba del Albaino Superior-Cenomaniano compuesta por caliza concordantemente encontramos la Formación Maltrata y Mexcala del Turoniano-Maestrichiano conformada por caliza dolomitizada con nódulos de pederal.

Cubriendo parcialmente y de manera discordante, a las unidades anteriores se observaron depósitos continentales de conglomerados polimícticos con matriz calcárea correlacionables con la formación Balsas del Paleoceno – Eoceno, cubriendo concordantemente; tenemos la Formación Coatzingo con probable edad del Eoceno tardío – Oligoceno medio, constituida por conglomerados polimícticos con matriz arenosa así como tobas, posteriormente tenemos la Formación de cuerpos extrusivos del Plioceno – Pleistoceno de composición basáltica.

Geomorfológicamente esta zona se encuentra formado por un sinclinal conformado por una serie de fallas normales paralelas a las estructuras con dirección SW, con fracturas perpendiculares a las fallas que dan origen a drenajes radiales, dicho valle está formado por calizas masivas con intercalaciones de dolomita, así como basamento, cubierto discordantemente por depósitos tobaceos que esta a su vez están cubiertos por depósitos aluviales, también encontramos la Formación de un cuerpo extrusivos en el centro del valle de composición basáltica.

El propósito del estudio efectuado en dicha zona fue para determinar la génesis, así como su control estructural, su secuencia litoestratigráfica y la distribución espacial de las capas como la petrología dominante en la zona. Por lo que se hizo un muestreo sistemático de los afloramientos, así como la identificación de fallas y fracturas presentes en la zona así como la secuencia sedimentaria.

GET-23 CARTEL

SECCIÓN GEOLÓGICA AL OESTE DE HUEHUETLÁN EL GRANDE

Muñoz González César, Cid Villegas Gonzalo, Cruz Flores Berenice, Millán Motolinía
María del Carmen, Morales Juárez Silvia Patricia y Vázquez Serrano Alberto
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
backcat_2409@hotmail.com

Al occidente del municipio de Huehuetlán el Grande, Puebla se realizó una sección geológica que abarcó unidades que van desde el Paleozoico temprano hasta el reciente. Las estructuras que se observaron en el trayecto fueron corroboradas con la información proporcionada por el Servicio Geológico Mexicano en su carta 1:250 000 E14-5 (Cuernavaca).

Las rocas que se observaron en el campo van desde esquistos de muscovita, calizas de estratificación mediana con presencia de fósiles, conglomerados polimícticos y oligomícticos, sedimentos lacustres y tobas. Muchas de estas unidades no están cartografiadas por el SGM, por ello es importante realizar una cartografía más a detalle de esta área, y esta sección geológica contribuye a dicho propósito.

Los datos obtenidos en el campo fueron procesados y plasmados en una sección geológica que muestra las variaciones litológicas y estructurales que nos ayudan a entender la distribución geológica de las unidades. Las correcciones a las estructuras fueron hechas con base a la teoría de pliegues por propagación de fallas para las cabalgaduras y, en general, tomamos en cuenta a las secciones balanceadas.

Así mismo, este trabajo es pertenece a un proyecto integral ubicado dentro del área de estudio para apoyar la cartografía a detalle.

GET-24 CARTEL

LOS ANTICLINORIOS DE HUIZACHAL-PEREGRINA, HUAYACOCOTLA Y TLAXIACO REPRESENTAN TRES FRAGMENTOS DE UNA MISMA FOSA TECTÓNICA TRIÁSICO-LIÁSICA

Rueda Gaxiola Jaime
Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
jaime_rueda@cablevision.net.mx

Los estudios palinoestratigráficos, geoquímicos y petrológicos, efectuados desde 1988, de las secuencias triásico-jurásicas del subsuelo y aflorantes en los tres anticlinorios marginales al W del Golfo de México, han permitido saber que se depositaron en una de las dos fosas tectónicas originadas durante el Triásico-Liásico, paralelas al borde occidental de la Pangea (El Alamar-Tlaxiaco y Real de Catorce-Huamuxtílán). Eran perpendiculares a los bloques de Huizachal-Peregrina, Huayacocotla y Tlaxiaco. Como consecuencia, desde su origen, estas fosas estuvieron divididas en tres fragmentos, limitados por fallas, que se convirtieron en megacizallas durante el Liásico Tardío.

Las columnas estratigráficas y los datos estructurales indican que la fosa de El Alamar-Tlaxiaco fue un demi-graben con unidades basales riolíticas hacia el NW (Alomímbro Río Blanco), andesíticas hacia el SE (Unidad Diquiyú) y lechos rojos (Formación Huizachal) en la parte media.

Durante las edades Sinemurensense-Pliensbachense, el Bloque de Huayacocotla fue el más profundo y estuvo cubierto por el mar epicontinental denominado "Portal del Balsas", por lo que los fragmentos de Huizachal-Peregrina y de Tlaxiaco de la fosa estuvieron inclinados hacia él. En éstos, sobre las rocas extrusivas y lechos rojos, se depositaron sedimentos fluviales volcánico-sedimentarios (Aloformación La Boca al NW, el Grupo Huayacocotla en el centro y el Grupo Consuelo al SE) con mayor influencia marina hacia el "Portal del Balsas".

Durante las edades Toarcense-Aalenense, se efectuó el desplazamiento hacia el SW de los bloques de Huayacocotla, de Tlaxiaco y del Continente Suramericano, así como el nacimiento de un punto caliente que levantó (proceso de "doming") la parte NW, donde actualmente se encuentra el Golfo de México. Ese levantamiento originó la erosión de grandes extensiones de rocas metamórficas que produjo importantes volúmenes de fragmentos clásticos, principalmente de cuarzo, transportados por sistemas fluviales hacia el S y el SW. Su depósito, discordante y concordantemente sobre las citadas unidades del Liásico Temprano, está representado, en los fragmentos de la fosa, por las formaciones Cuarcítica Cualac al SE, Cahuasas al centro y Miembro cuarcítico de la Aloformación La Boca al NW, aflorante en el Cañón de la Peregrina.

En las edades Bajociense a Oxfordense los procesos de "rifting, sinking y drifting" se sucedieron, dando origen, primero, al "Corredor Hispánico", después, al Golfo de México.

GET-25 CARTEL

CHANGE OF THE SLIP DIRECTION ON A FAULT PLANE DUE TO BLOCK ROTATION

Xu Shunshan¹, Nieto Samaniego Angel¹, Alaniz Álvarez Susana¹ y Velasquillo Martínez Luis G.²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto Mexicano del Petróleo

sxu@dragon.geociencias.unam.mx

An existing fault can passively rotate due to rotation of the block where the fault is located. This passive rotation can be produced by the rotation of larger fault or fold limbs. Also, an active fault can rotate during the period of its activity. In these two cases, the rotated fault will change its dip and/or dip direction. As a result, under the same stress field, the pitches of the slickenlines on the fault planes will not remain the same as before. In this way, the fault type may be changed. For example, after rotation, a normal fault may show features of an oblique fault, a strike-slip fault, and even a thrust fault. On the other hand, during block rotation the previous weakness planes may be reactivated, because with the new orientation it could need lesser stress difference to initiate the slip along a plane. The reactivated planes due to block rotation can produce new sets of slickenlines. This indicates that the superimposed slickenlines can be generated in a single tectonic phase. Some of these slickenlines are parallel to the intersection lines among the crosscutting faults. These new slickenlines are not consistent with Anderson's fault theory and do not reflect the maximum shear directions on the faults. These effects of block rotation make it difficult to obtain the true paleostress tensor. We present the data of slickenlines from the core samples in the Tunich area of the Gulf of Mexico. The results indicate that the calculated stress tensor deviates from the far-field stress tensor, although the beds are restored to the horizontal state.

GET-26 CARTEL

EVOLUCIÓN CINEMÁTICA CENOZOICA DE LA PARTE MERIDIONAL DE LA MESA CENTRAL. ESTRATIGRAFÍA Y ESTRUCTURAS DE LA CUENCA DEL RÍO TURBIO

Martínez Reyes Juventino¹, Andreani Louis² y Mitre Salazar Luis Miguel¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Colegio de Francia

lmr@geociencias.unam.mx

La Mesa Central es un dominio fisiográfico complejo, donde confluyen varias provincias tectono-estratigráficas de distintas paleogeografías. Durante el Jurásico superior y el Cretácico, ocurre el depósito de formaciones volcanosedimentarias en una cuenca marina de naturaleza oceánica tectonizada en el Mesozoico y plegada durante la Orogenia Laramide del Cretácico-Paleógeno. La exhumación de esas rocas originó depósitos molásicos continentales durante el Paleoceno. En el Eoceno, el Oligoceno y el Mioceno temprano, la región sufrió la influencia del volcanismo riolítico del arco volcánico de la Sierra Madre Occidental, relacionado con la subducción de la placa Farallón debajo de la placa Norteamericana. En el Mioceno tardío y el Plioceno fue afectada por las primeras manifestaciones del volcanismo andesítico-basáltico del arco volcánico del Eje Volcánico Transmexicano, relacionado con la subducción de la placa de Cocos debajo de la placa Norteamericana.

Desde el punto de vista tectónico, después de la orogénesis laramídica la Mesa Central va a sufrir, a lo largo del Cenozoico, diversas deformaciones de tipo distensivo dando como resultado el entrelazamiento de varios sistemas estructurales. La primera, de edad Oligo-Mioceno, afectó el volcanismo de la Sierra Madre Occidental y ha sido relacionada con la deformación tipo Basin and Range (Henry & Aranda, 1992) o con la apertura del Golfo de California (Ferrari et al. 2000); produjo los grabens alargados Norte-Sur que forman el rasgo morfológico más marcado de la Mesa Central. La segunda, del Mioceno superior al actual, está relacionada con la extensión intra-arco que afecta al Eje Volcánico Transmexicano (Ferrari et al. 2000); las estructuras resultantes de este evento son los sistemas de fallas N90 y N45 (Suter et al., 2001; Szyrkuruk et al., 2004) que responden a un movimiento transtensivo senestral.

La cuenca hidrográfica del Río Turbio se localiza hacia la parte más meridional de la Mesa Central, en los límites con el Eje Volcánico Transmexicano. Está enmarcada entre las terrenos tectono-estratigráficos de la Sierra de Guanajuato al NE y de Los Altos de Jalisco al NW, en donde afloran las formaciones características a la Mesa Central y se reflejan las deformaciones mesozoicas y cenozoicas que afectan esta parte del país. El subsuelo de esta cuenca es la fuente de abastecimiento del agua potable de la metrópoli que forman las ciudades de León y San Francisco-Purísima del Rincón, entre otras. Este trabajo es el inicio de un proyecto multidisciplinario OIEA-UNAM cuyo objetivo es caracterizar esas fuentes desde el punto de vista de los campos de la Hidrología, Hidrogeología, Geoquímica y Geofísica, comenzando con la Geología, que representa el conocimiento fundamental del proyecto.

GET-27 CARTEL

GEODINÁMICA NEÓGENA DE LA MARGEN OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Martínez Reyes Juventino¹, Rangin Claude², Le Pichon Xavier² y Andreani Louis²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Colegio de Francia

jmr@geociencias.unam.mx

Dos procesos geodinámicos independientes han venido reactivando el Golfo de México desde el Neógeno hasta el presente:

En la parte norte (off shore texano) los perfiles sísmicos de alta penetración y diversos datos geofísicos de la margen del Golfo dan cuenta de un adelgazamiento de la corteza (rift de la Corsair). Sus consecuencias son: una extensión de varias decenas de kilómetros que en parte se disipa a lo largo de la Falla del Río Bravo (Flotté et al., 2008), y una tectónica gravitacional (tectónica salifera) de acortamiento que se manifiesta por los fenómenos de deslizamientos sedimentarios encima de la corteza adelgazada (Rangin et al., 2008). En territorio mexicano la continuación meridional de la falla Corsair se manifiesta a través de la Falla Oriental Mexicana (East Mexican Fault), estructura cortical de deslizamiento lateral derecho (Le Roy et al., 2008). Ambos fenómenos tectónicos neógenos en la parte septentrional de la margen occidental del Golfo de México son el resultado de un colapso gravitacional (Andréani et al., 2009) que tiene relación con el derrumbe del arco volcánico de la Sierra Madre Occidental del retiro o cese de la placa Farallón debajo de la placa Norteamericana (Rangin et al., 2009).

En la parte meridional de la margen, el movimiento lateral izquierdo de la Falla de Veracruz (Andréani et al., 2008) se conecta con el Sistema de Fallas Polochic-Motagua a través de la Sierra de Chiapas. Esa falla, que se esconde en la planicie de la Cuenca de Veracruz y se manifiesta en los macizos volcánicos de Los Tuxtlas, está ligada al movimiento de la placa Caribe hacia el Este; se amortigua hacia su parte septentrional en el Cinturón Volcánico Mexicano, y permite el arrastre de un bloque de naturaleza continental, el Bloque Sur Mexicano, que acompaña

parcialmente en su movimiento al bloque Chortis desde el Mioceno tardío (Andréani et al., 2008).

Los fenómenos tectónicos anteriores que afectan la margen occidental del Golfo de México son las manifestaciones superficiales de una neotectónica cortical mayor.

GET-28 CARTEL

APLICACIONES DEL ANALISIS MICROESTRUCTURAL DE LAS TEXTURAS EN LOS DIQUES DE TUZANTLA-NANCHITITLA-TIQUICHEO IMPLEMENTADO EN MODELOS ANALOGICOS DEL EMPLAZAMIENTO DE DIQUES EN LA CORTEZA SUPERIOR

Chávez Álvarez Jazmín¹, Cerca Mariano¹, Barrientos García Bernardino² y Mares Castro Carlos Ismael²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.

mjchavez@geociencias.unam.mx

Un aspecto importante para los experimentos físicos del emplazamiento de magma a través de diques en la corteza, es que se establezcan las relaciones de similitud y escalamiento entre el modelo y el proceso natural. La similitud dinámica entre el modelo y el proceso natural es la que nos brinda la posibilidad de que las condiciones físicas de nuestro modelo sean muy cercanas a las que se observan en el proceso natural. Se encuentra que son varios los factores físicos involucrados en un proceso natural, y diferente la naturaleza de las fuerzas que actúan y entran en balance para resultar en el emplazamiento de diques. En el proceso de la formación y emplazamiento de diques se pueden reconocer dos tipos de fuerzas interactuando entre sí, las elásticas del medio encajonante y las viscosas por parte del magma. El magma al ser una suspensión su reología depende de la contribución de su fase sólida y líquida. Con base en el análisis de las interacciones de fenocristales en los diques de TNT se infiere su comportamiento reológico el cual es implementado en el modelado analógico de emplazamiento de diques en la corteza superior. El modelado de emplazamiento de un fluido con distintas velocidades de inyección y reología controladas muestra la influencia de estos factores en su geometría y modo de fracturamiento en el medio encajonante. La aparición local de esfuerzos normales debidos a las reologías no-Newtonianas del magma análogo emplazándose contribuye a que sus geometrías sean más complejas combinando varios modos de fracturamiento en el medio encajonante.

GET-29 CARTEL

LAS SUCESSIONES VOLCÁNICAS PRE-CRETÁICAS EN EL NORESTE DE MÉXICO

Zavala Monsivais Aurora¹, Barboza Gudiño José Rafael², Valencia Víctor A.³, Rodríguez Hernández Sergio Edgardo⁴ y García Arreola María Elena²

¹Posgrado en Geociencias, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Instituto de Geología, UASLP

³University of Arizona, Tucson

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
azavalamonsivais@aol.com

En el noreste de México existen diversos afloramientos aislados de sucesiones volcánicas sobreyacidas por la cubierta clástica y carbonatada del Jurásico Superior y Cretácico. Estas rocas sobreyacen en las diferentes localidades a rocas sedimentarias triásicas de origen continental o marino o a rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas. Las rocas volcánicas son principalmente riolitas, riolacitas, dacitas, así como andesitas y andesitas basálticas, en forma de depósitos piroclásticos, flujos de lava, flujos de ceniza, brechas, diques y domos, además de una serie de depósitos epiclásticos. En algunas localidades de Tamaulipas, estas rocas volcánicas se encuentran interdigitadas con capas rojas del Jurásico Inferior a Medio, de origen fluvial, contemporáneas con el vulcanismo; en tanto que una relación similar, pero con capas marinas someras o marginales ocurre hacia la Mesa Central, en capas del Jurásico Inferior de la Sierra de Catorce.

Aunque se han realizado diversos estudios sobre estas rocas. En sus diferentes localidades, persiste una gran incertidumbre acerca de las edades absolutas del vulcanismo, y los datos petrográficos y geoquímicos son limitados; además de la escasez de datos isotópicos precisos y suficientes para determinar el marco tectónico en el cual se originaron. Aunado a esto, las interpretaciones han sido complicadas debido a la presencia de un arco magmático Permo-Triásico en la parte oriental de México y un arco continental del Mesozoico Inferior (Arco Nazas), y la existencia hacia el oeste de otros complejos de arcos magmáticos intraoceánicos del Jurásico-Cretácico (Terreno Guerrero); persistiendo en algunas localidades la incertidumbre acerca de la pertenencia a uno u otro complejo.

El presente estudio, actualmente en proceso pretende aportar nuevos datos, producto de trabajos de campo que incluyen nuevas localidades, estudios petrográficos, así como datos geoquímicos y geocronológicos. Lo anterior nos permitirá hacer una caracterización de las rocas volcánicas, para definir el marco tectónico en el cual se emplazaron. Además de establecer la edad de inicio y fin del vulcanismo. En cuanto a la edad, hasta el momento solo ha sido asignada en base a las relaciones estratigráficas, y por las escasas dataciones isotópicas obtenidas

por los diferentes autores, principalmente por los métodos de K/Ar en roca total y en feldespato, Ar/Ar y por U-Pb en circones. Cabe aclarar que muchos de esos datos, principalmente los previamente obtenidos por los métodos de K/Ar y Ar/Ar, en su mayoría reflejan solo edades de recalentamiento, por lo que para el presente estudio, se utiliza actualmente el método U-Pb en circones por la técnica de LA-MC-ICP-MS; con el cual se han obtenido las primeras edades del vulcanismo en localidades de Tamaulipas y Nuevo León, las cuales corresponden al Jurásico Inferior.

GET-30 CARTEL

SONORA: UN "GAP" EN EL CINTURÓN DE PLIEGUES CORDILLERANO

Rodríguez Castañeda José Luis¹, Roldán Quintana Jaime¹ y Anderson Thomas H.²

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geology and Planetary Science, University of Pittsburgh
jlrod@servidor.unam.mx

En la geología de Sonora existe una controversia en cuanto a las características de la deformación o deformaciones que afectan a las rocas del Cretácico Superior. Se ha argumentado que la deformación que registran esas rocas es la orogenia Laramide, pero se han encontrado evidencias que hacen suponer lo contrario, las estructuras identificadas en las rocas del Cretácico Superior muestran una evolución ligada a una tectónica extensiva. Sonora constituye un gap en la tectónica del suroeste de Norteamérica.

Las rocas del Cretácico Superior expuestas ampliamente en Sonora contienen información geológica sobre una evolución tectónica extensional caracterizada por levantamientos, denudación, depósito y magmatismo. La deformación en la región es diferente de aquellas deformaciones compresionales ya sea de basamento o de cobertura reconocidas más al norte en las cordilleras del oeste de Estados Unidos. De oeste a este, afloramientos en estas cordilleras indican que la orogenia Nevadana del Jurásico Tardío es seguida por el magmatismo cretácico y por las deformaciones compresionales Sevier y Laramide. En el oriente de Sonora gruesas secuencias sedimentarias, vulcanismo e intrusión y las estructuras que ellas registran dan idea de la historia tectónica gobernada por la interacción de placas y donde la orogénesis resulto de la subducción que gradúo de un alto ángulo a ser casi horizontal y donde delaminación pudo estar presente.

Las características que se mencionan puede ser el reflejo de la influencia de un patrón de estructuras del Jurásico Tardío que incluye fallas transtensionales. Los estudios de Anderson y Nourse (2005) describen la formación de cuencas extensionales las cuales fueron llenadas y más tarde invertidas presumiblemente durante una compresión en el Terciario (Rodríguez-Castañeda, 2002). Anderson y Nourse (2005) postulan que los depósitos de conglomerados en el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano distinguen la formación de cuencas transtensionales formadas dentro de un sistema de fallas de carácter regional con 300 km de ancho y que se extiende desde el sur de California, a través del norte de Sonora, hasta la región del lineamiento río Frío en el sur de Texas. En Sonora, grandes cuencas como la Bisbee y la San Antonio, están entre el grupo de cuencas por desgarrar que forman un grupo regional incluidas también la McKoy, La Mula y la fosa de Chihuahua que en conjunto son los principales rasgos estructurales del Mesozoico medio del suroeste de Norteamérica.

La ausencia de levantamientos del basamento en el suroeste de los estados Unidos y noroeste de México refleja la influencia de un patrón de estructuras del Jurásico Tardío donde destacan las fallas transtensionales. Las estructuras mesozoicas en la región registran al menos tres episodios de llenado de las cuencas transtensionales donde los procesos de gravedad fueron importantes. Por otro lado, las rocas en la región no registran el típico cinturón de plegamiento de áreas afectadas por la deformación Sevier o Laramide tanto al norte como al sur, pero si se reconoce contracción e inversión en los llenados de las cuencas transtensionales jurásicas que se desarrollan lo largo de fallas de despegue arriba de un basamento cristalino.

GET-31 CARTEL

PROPUESTA PARA LA PRACTICA DE ESTUDIO PETROLÓGICO DE ROCAS ÍGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS DE LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Amaro Martínez Raymundo Eric¹, Huerta Flores Tania Paulina², Guzmán García Rosalinda² y Muñoz Máximo Ignacio³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Laboratorio de Geofísica Computacional, BUAP

³Instituto de Geología, UNAM
reric.amtz@hotmail.com

La región centro-sureste del estado de Puebla, tiene una secuencia estratigráfica correspondiente a una evolución geológica bastante compleja, como parte de un proyecto extracurricular cuya finalidad es la de entender en un contexto regional la distribución espacial de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas se emprendió un levantamiento geológico que comprende un área de 50km² aproximadamente en el cual fueron caracterizados petrológicamente los municipios de San Juan Epatlan, Xochiltepec, Axutla, Teopantlan, Huehuetlan, La Magdalena Tlatlauquitepec y San Nicolás, de acuerdo con la información disponible del Servicio

Geológico Mexicano en la carta Geológica Coatzingo escala 1:50,000, el área está dominada regionalmente por la presencia de rocas metamórficas paleozoicas del complejo Acatlán, sedimentarias de la formación Morelos del Cretácico y eventos extrusivos del Terciario cobijados en algunas partes por depósitos tobaceos del cuaternario. Gracias al estudio de campo pudo identificarse petrologicamente en muestras de mano esquistos de cromita, biotita, flojopita, moscovita y talco los cuales se hayan intensamente deformados cortados por distintas generaciones de vetas compuestas esencialmente por cuarzo de aspecto lechoso; por otra parte se encontraron en una amplia distribución rocas calizas y dolomitas de aspecto blanquizco en superficie que deslustran en crema asociadas a depósitos marinos correspondientes a la Formación Morelos, también es posible observar un secuencia paleo lacustre en colores claros intercalada por una secuencia rítmica de estratos de calizas de origen lagunar en color crema y limo arcillas, aquí existe asociado con estos depósitos una distribución de yeso en distintas variedades que podrían tener un valor geoeconómico. La manifestación de rocas ígneas extrusivas, principalmente basalto se encuentra cortando a las secuencias estratigráficas metamórficas y sedimentarias con una distribución errática pero siendo bastante potente cerca de la laguna de Epatlan en donde aparecen distribuidos fragmentos de cuarzo calcedonia en color blanco azulado a crema. La importancia de entender esta distribución espacial es la de aportar información más detallada que permita entender la influencia de las rocas presentes y la influencia que se tiene en los acuíferos que suministran a las localidades de la región.

Sesión Regular

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL

Organizadores:

René Chávez Segura
Luis Miguel Mitre Salazar
Salvador I. Belmonte Jiménez
Carlos Francisco Flores Luna

GGA-1

DEGRADACIÓN DEL SUELO CAUSADO POR CÁRCAVAS EN LA CUENCA DEL RÍO SONORA

Sámamo Tirado Alma Patricia y Montijo González Alejandra
Universidad de Sonora
 samano@geologia.uson.mx

Las cárcavas son canales profundos y de paredes empinadas que se presentan en áreas con suelos de grandes espesores y frágiles. Una cárcava se caracteriza por un desprendimiento en la cabeza de la misma que avanza en dirección de la corriente. La humidificación y desecamiento de los suelos en el área con clima tan extremo, produce en los lados de las cárcavas cambios que afectan la estabilidad de los canales cerca de la cabeza, que agudizan y aceleran su formación, modificando el entorno, erosionando, contaminando, depositando y disminuyendo la capacidad productiva del suelo. Dependiendo de las condiciones geotécnicas de los suelos, principalmente de su capacidad de resistencia a la tensión, los canales naturales desarrollados por el drenaje, se profundizan gradualmente dando lugar a la presencia de cárcavas, estas representan un estado avanzado y complejo de erosión cuyo poder destructivo local es mayor a las otras formas de pérdida de suelo.

Después de realizar el análisis de erosión de la cuenca media y alta del Río Sonora utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) y el Sistema de Información Geográfica Arc View 3.2, se concluye que la pérdida de suelo es causada principalmente por la escasa vegetación, la composición del suelo y el factor climático, lo que provoca una mayor erosión en el terreno, que combinado con el tipo de roca, nos da como resultado el paisaje de cárcavas de gran tamaño en la porción W y SE de la cuenca. Las de mayor tamaño, se encuentran en la parte W del área entre Hermosillo y Benjamín Hill a lo largo del Río Zanjón, y al Sur en las cercanías de Mazatán. La mayoría de las cárcavas se encuentran en aluviones compuestos de arcillas, limos, arenas y gravas de diferente granulometría (Qal), localizadas más ampliamente al norte de Carbó donde se pueden observar grandes áreas afectadas por la erosión, principalmente hídrica.

Para mapear las cárcavas se utilizaron, imágenes Spot, Landsat, google y fotografías aéreas convencionales escala 1:50,000. Con fotogrametría y SIG se determinó el área de las cárcavas, para el cálculo de avance de erosión de las cabezas de las mismas se utilizó la fórmula del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos $R = (5.25 \times 10^{-3}) A^{0.46} P^{0.20}$ que al aplicarla a las cárcavas monitoreadas, resultó evidente que la cantidad de erosión en la cabeza de éstas tiene una relación directa con la unidad geomorfológica en la que se encuentra, confirmando que la geomorfología es uno de los factores dominantes en la erosión de una cárcava, es decir que el tipo de roca o suelo y la geoforma determinan el grado de erosión.

GGA-2

PELIGROSIDAD DE JALES EN TRES ZONAS MINERAS DE MÉXICO Y SUS POTENCIALES IMPLICACIONES AMBIENTALES

Morales Arredondo José Iván¹, Romero Francisco Martín² y Villaseñor Cabral María Guadalupe²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

negusa_negast@yahoo.com.mx

Se realizó un estudio geoquímico en tres presas de jales de diferentes zonas mineras de México, donde se explotan yacimientos polimetálicos de Ag-Pb-Zn: ZM1, ZM3 (centro de México) y ZM2 (sureste de México). El objetivo de la investigación fue determinar la peligrosidad de estos residuos y sus potenciales implicaciones ambientales. En los tres sitios analizados se identificaron jales oxidados (café) y jales inalterados (grises).

Se determinaron concentraciones totales (previa digestión) y geodisponibles (extractos acuosos) de elementos potencialmente tóxicos (EPT) por ICP- AES. Se valoró el potencial de generación de drenaje ácido (DA) midiendo el pH en los lixiviados de jales oxidados. En los jales inalterados se determinó el balance ácido-base (BAB) para pronosticar el potencial de generación de DA a futuro. Así mismo, se identificaron las fases sólidas que rigen la movilidad de EPT utilizando las técnicas de DRX, microscopía óptica y MEB-EDS.

En términos de valores promedio, los jales de la ZM1 presentan altas concentraciones totales de arsénico (As=4689 mg/kg) y plomo (Pb=1407 mg/kg). En los jales de la ZM2, también se determinaron altas concentraciones totales de estos elementos (As=1388 mg/kg y Pb=1479 mg/kg). Sin embargo, en los jales de ZM3, las concentraciones totales de arsénico son relativamente bajas (As=414 mg/kg), pero las de plomo (Pb=1549 mg/kg) son del mismo orden que en los otros sitios evaluados.

Los valores de pH en los lixiviados de los jales oxidados indican que la capacidad de generación de DA descienden en el siguiente orden: ZM2 (pH=2.8) > ZM1 (pH=3.2) > ZM3 (7.8). Los valores más bajos de pH (ácidos) determinados en los lixiviados de los jales oxidados de ZM2 y ZM1 corresponden con las mayores concentraciones de hierro (Fe) [13.3% en ZM2 y 5.8% en ZM1]. En cambio, en los jales de ZM3 donde las concentraciones de hierro son más bajas (Fe=3.9%), el pH de los lixiviados es neutro.

Los resultados promedio de las pruebas BAB indican que los jales inalterados de la ZM1 y ZM2 son generadores potenciales de acidez por su alto potencial de acidez "PA" (71 en ZM1 y 206 en ZM2) y bajo potencial de neutralización "PN" (54 en ZM1 y 121 en ZM2), lo que indica que los minerales neutralizadores son insuficientes para consumir la acidez que se pueda generar. Los jales inalterados de la ZM3 NO son generadores potenciales de acidez pues su "PN" (405) es más alto que su "PA" (76), lo cual indica suficiente cantidad de minerales neutralizadores para consumir la acidez que se pueda generar.

Las mayores concentraciones geodisponibles de As, Pb y Fe se obtuvieron en los lixiviados ácidos de la ZM2 con valores máximos (mg/L) de hasta 3.2 de As, 0.5 de Pb y 130 de Fe. En los jales de la ZM1 y ZM3 las concentraciones fueron inferiores al límite de detección, lo que indica baja movilidad de estos EPT, esta baja movilidad está relacionada con procesos de sorción en superficies de oxihidróxidos de Fe y precipitación de minerales secundarios estables bajo las condiciones actuales de los sitios de estudio.

GGA-3

SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA COMO INDICADOR DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS DEBIDO A LA DISPERSIÓN DE RESIDUOS MINEROS (JALES)

Pérez Martínez Isabel¹, Romero Francisco Martín²,
 Zamora Martínez Olivia² y Urrutia Fucugauchi Jaime³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

isamong@hotmail.com

Los jales y suelos contaminados experimentan cambios en sus propiedades físicas y químicas, debido a la formación de minerales secundarios (Fe-oxihidróxidos) que pueden ser más magnéticos que los minerales primarios (Fe-sulfuros) de los que provienen.

En una zona minera del centro de México, se analizaron 138 muestras de jales (oxidados e inalterados), suelos contaminados y suelos no afectados. Se determinaron pH, conductividad eléctrica (CE), susceptibilidad magnética (SM) y la concentración total de elementos potencialmente tóxicos (EPT). El objetivo de este trabajo fue determinar la correlación entre la concentración de los EPT y la SM; para poder establecer si este parámetro físico, cuya determinación es rápida y de bajo costo, puede utilizarse como indicador de la contaminación de suelos en zonas mineras.

Las concentraciones de EPT resultaron mayores en los jales oxidados con relación a los jales inalterados. En los jales oxidados se determinaron valores máximos de hierro (Fe = 25.6 %) y de otros EPT (en mg/kg) de hasta 94,620 Zn; 46,550 Pb; 8,790 Cu; 6,929 As y 2,090 Cd. En cambio, en los jales inalterados se determinaron valores máximos de hierro (Fe = 4.8 %) y de otros EPT (en mg/kg) de hasta 27,580 Zn; 7,850 Pb; 5,290 Cu; 834 As y 370 Cd. El pH en los dos tipos de jales fue prácticamente neutro (pH = 6.8 - 7.4) y los valores de CE para ambos tipos de jales fueron relativamente altos (501-2590 uS/cm). El valor máximo de SM en los jales inalterados fue de 88 x 10⁻⁸ m³/kg, mientras que en los jales oxidados resultó de 1408 x 10⁻⁸ m³/kg. Esta diferencia se explica por el predominio de sulfuros metálicos (minerales poco magnéticos) en los jales inalterados, mientras en los jales oxidados predominan los Fe-oxihidróxidos, que son minerales más magnéticos.

Los suelos no afectados tienen bajo contenido de Fe (1-3%) y EPT (mg/kg): Pb = 20-400; Zn = 50-550; Cu = 90-310, As = No Detectado - 25.9 y Cd (No Detectado). En los suelos contaminados aumenta considerablemente el contenido de Fe (0.9-6.5 %) y de EPT (mg/kg): Pb= 20-9,250; Zn= 90-72,880; Cu= 60-4,030 As= 4.0-1,773 y Cd=2.13-2,510. En ambos casos, los valores de SM variaron ampliamente: en los suelos contaminados la SM = (25 y 282) x 10⁻⁸ m³/kg, y en los suelos no afectados la SM = (19 - 229) x 10⁻⁸ m³/kg. La correlación de la SM con la concentración de EPT en los jales oxidados es alta (Fe: 0.82, Pb: 0.76, Zn: 0.80, Cu: 0.86 As: 0.77 y Cd: 0.95) no así en los jales inalterados (Fe: 0.03, Pb: -0.9, Zn: 0, Cu: -0.16, As: 0.60 y Cd: -0.01). En los suelos contaminados se encontraron correlaciones relativamente altas entre la SM y los EPT (Fe: 0.73, Pb: 0.66, Zn: 0.59, Cu: 0.62, As: 0.56).

Nuestros resultados indican que la SM puede servir como indicador de la contaminación de suelos con EPT, debido a la dispersión de jales oxidados donde predominan los Fe-oxihidróxidos, cuya capacidad de retención de EPT ha sido ampliamente documentado.

GGA-4

ESPECIACIÓN DE ARSÉNICO EN RESIDUOS MINEROS A TRAVÉS DE VOLTAMPEROMETRÍA DE REDISOLUCIÓN Y ESPECTROFOTOMETRÍA DE PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO

Alfaro Fuentes Ricardo¹, Gutiérrez Ruíz Margarita¹,
Martínez Jardines Gerardo² y Cenicerós Gómez Águeda¹

¹Grupo de Biogeoquímica Ambiental, Instituto de Geografía, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

ralfarof@hotmail.com

La toxicidad de los elementos potencialmente tóxicos (EPT) como consecuencia de su no biodegradabilidad, deriva en su acumulación en los distintos receptores del ciclo ecológico y en los sistemas hidrogeológicos. El arsénico es uno de los EPT de mayor preocupación en México y el mundo debido a su abundante presencia en residuos mineros, además que ha sido ampliamente reportado que puede producir trastornos hepáticos, neurológicos, hematológicos, cardíacos e incluso la muerte en seres vivos.

El arsénico se encuentra principalmente en dos estados de oxidación: As (III) y As (V). Se ha reportado que el As(III) es la especie más tóxica; por lo que además de determinar la concentración total de este elemento, en los residuos que los contienen, es de suma importancia determinar la proporción de sus especies, para poder valorar el riesgo real que representa para el ambiente y salud humana.

Se presentan los resultados del desarrollo de un método para la especiación de arsénico en muestras ambientales complejas. Se analizaron muestras de residuos mineros, que se caracterizan por la presencia, además de arsénico, de otros elementos potencialmente tóxicos como cobre, zinc y plomo.

Se determinó la concentración de As(III) por voltamperometría de redisolución anódica. El empleo de esta técnica permite un límite de detección 0.05 mg/L que es inferior al obtenido por otras técnicas. Las concentraciones de As (V) se calcularon restando el As (III) de la concentración total de As, determinada previamente por ICP-AES.

Para eliminar las interferencias causadas por la presencia de los metales pesados presentes en las muestras, fue necesario el tratamiento previo de las mismas con diferentes ligantes orgánicos para eliminar a los metales interferentes y dejar al arsénico libre para su análisis por polarografía. Los experimentos realizados muestran que el ligante más efectivo resultó ser la bipyridina, ya que elimina totalmente a los metales que interfieren con la lectura del As(III).

En las muestras analizadas se determinaron concentraciones de As (III) del orden de 4000 y 5000 ppm, que resultaron mayores que las concentraciones de As(V) que fueron de 500 y 1000 ppm, respectivamente.

Estos resultados demuestran que la peligrosidad de los residuos analizados es mayor de lo esperado, ya que las altas concentraciones de As (III) indican que son más tóxicos y, que además, es más difícil minimizar su impacto potencial negativo al entorno, debido a que el As (III) es más móvil que el As (V). La mayor movilidad del As (III) se debe a que hasta un pH de 9.2 no presenta cargas, por lo que no se favorece su sorción en superficies minerales, bajo las condiciones ambientales, como ocurre con el As (V).

La importancia de este trabajo consiste en que hemos desarrollado el método para la especiación de arsénico en muestras ambientales complejas y con un límite de detección inferior a los reportados en la literatura; de tal manera que con nuestro aporte se puede hacer una evaluación más real del peligro potencial que puedan representar el arsénico contenido en residuos mineros.

GGA-5

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS MINEROS LOCALIZADOS EN LA PARTE SUR DE CHIHUAHUA, MÉXICO DE ACUERDO A LOS CRITERIOS DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA

Pérez Quintero Guillermo¹, Martínez Jardines Gerardo²,
Gutiérrez Ruíz Margarita³ y Romero Francisco Martín⁴

¹Grupo de Biogeoquímica Ambiental, Instituto de Geografía, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Instituto de Geografía, UNAM

⁴Instituto de Geología, UNAM

quimicagm@yahoo.com.mx

Se realizó un estudio geoquímico para evaluar la peligrosidad de jales ubicados en la parte sur del estado de Chihuahua, México. Estos jales son el producto de la explotación de una mina, actualmente inactiva, de Pb-Zn-Ag.

La peligrosidad de estos residuos mineros se determinó de acuerdo a lo indicado en la normatividad ambiental mexicana. En México, la Norma Oficial Mexicana en materia de jales (NOM-141-SEMARNAT-2003) indica que estos residuos se clasifican como peligrosos cuando son potenciales generadores de Drenaje Ácido y si contienen elementos tóxicos geodisponibles en concentraciones superiores a los límites establecidos.

Se colectaron un total de 110 muestras de jales: 80 muestras superficiales para formar 16 muestras compuestas y 30 muestras simples en perfiles de 100 cm de profundidad. Se determinaron concentraciones totales (previa digestión) y geodisponibles (extractos acuosos) de los elementos potencialmente tóxicos normados (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Ag, Pb y Se) por ICP-AES. Se valoró el potencial de generación de drenaje ácido (DA), para lo cual se determinó el balance ácido-base (BAB). Así mismo, se hizo la caracterización mineralógica (DRX y MEB-EDS) de estos jales para poder explicar los fenómenos geoquímicos que han tenido lugar.

Por su capacidad para la generación de drenaje ácido, los jales estudiados se clasifican como NO PELIGROSOS. Los resultados de la prueba de BAB indican que los valores de la relación "Potencial de neutralización (PN)" / "Potencial de acidez (PA)" varían de 1.6 a 3.4 con un valor promedio de 2.8, lo que significa que el "PN" es mayor que el "PA", que a su vez indica que existe suficiente cantidad de minerales neutralizadores, para consumir la acidez que se pueda generar, entre los que destacan los feldespatos los cuales fueron debidamente identificados por DRX.

Por su toxicidad los jales de estudio se clasifican como NO PELIGROSOS; ya que las concentraciones geodisponibles de los constituyentes tóxicos son muy bajas e inferiores a las concentraciones máximas permisibles señalados en la NOM-141. De los EPT analizados, solamente se determinaron concentraciones geodisponibles muy bajas de As (0.15 – 0.22 mg/L), Ba (0.02 – 0.9 mg/L) y Pb (0.24 – 0.61 mg/L).

Los análisis por MEB-EDS permitieron identificar que, los EPT están siendo retenidos en partículas de Fe-oxihidróxidos, lo que explica su baja geodisponibilidad.

A pesar de que los jales estudiados resultaron ser NO PELIGROSOS, de acuerdo a la normatividad ambiental mexicana, estos residuos se caracterizan por las altas concentraciones totales de arsénico (1570 mg/kg) y plomo (12119 mg/kg). Si no se toman las medidas para evitar la erosión hídrica y eólica, estos jales pueden ser dispersados al entorno con la subsecuente contaminación del medio abiótico.

GGA-6

ESTUDIO DE MATERIALES NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE BARRERAS GEOQUÍMICAS PARA RETENCIÓN DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Martínez Jardines Gerardo¹, Gutiérrez Ruíz Margarita² y Romero Francisco Martín³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

quimicagm@yahoo.com.mx

Cuando no existen controles ambientales, en los depósitos de residuos peligrosos de la industria minero-metalúrgica, se pueden formar lixiviados que contienen elementos potencialmente tóxicos (EPT) disueltos como el plomo, arsénico y cadmio; los cuales representan un riesgo para el ambiente y salud humana. Debido a esta situación es importante generar información científica que permita plantear soluciones con el fin de minimizar el daño potencial de estos EPT.

En el presente trabajo se estudian materiales naturales para la formación de barreras geoquímicas que sirvan como filtros para retener los EPT disueltos en los lixiviados que puedan generarse en los residuos de una industria metalúrgica inactiva.

Se estudiaron 5 materiales de diferentes afloramientos de los alrededores de la ciudad de San Luis Potosí, México. Se determinaron pH, CE, concentraciones totales de EPT, potencial de carga cero (pHpzc) y comportamiento ácido-base. La composición mineralógica se determinó por DRX y MEB-EDS. La capacidad de retención de los materiales se llevó a cabo a partir de experimentos de sorción de arsénico (III), arsénico(V), cadmio y plomo. Se utilizó una relación muestra:disolución 1:20 (10 g de muestra y 200 mL de una disolución de 100 ppm de cada metal). Las muestras se mantuvieron en agitación continua por 12 días. De cada día se tomó una submuestra homogénea de 5 mL, la cual fue filtrada por 0.45 µm. El filtrado fue acidificado y se analizó el contenido de EPT por ICP-AES.

Los 5 tipos de materiales analizados se caracterizan por la presencia de esmectita, cuarzo, clorita y plagioclasa. Adicionalmente, en dos de estos materiales se identificó calcita, lo cual es congruente con los contenidos de calcio (4 y 14 %).

La alcalinidad para los dos materiales con calcita es de 111 kg CaCO₃/Ton y de 278 kg CaCO₃/Ton. Las otras tres muestras no presentaron propiedades ácido base. El análisis de potencial de carga cero indicó que todos los materiales presentan un pHpzc alrededor de 3, es decir por arriba de este pH los materiales presentan una carga superficial negativa, que indica su capacidad para retener cationes disueltos.

El mejor material (rico en calcita) presentó una sorción para arsénico (III) de 30% y 15 % para arsénico (V), para cadmio se alcanza el 90 % y para el plomo de 100%. Estos resultados se pueden explicar por la capacidad de estos materiales por conferir, al medio de reacción, la alcalinidad necesaria que provoca la precipitación de los cationes metálicos. Por otra parte, las arcillas poseen capacidad de intercambio catiónico, que permite la retención de cationes. Este tipo de arcillas pueden presentar carga positiva en su superficie debido a las sustituciones isomórficas en sus estructuras, que permite su interacción con aniones como el As (III) y As (V), y retenerlos.

Podemos concluir que los materiales ricos en calcita pueden ser utilizados para la construcción de barreras geoquímicas para el control total de los metales pesados (plomo y cadmio) y para el control parcial de arsénico (III) y arsénico (V).

GGA-7

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOQUÍMICAS EN LA SELECCIÓN DE SITIOS PARA EL ALMACENAMIENTO AMBIENTALMENTE SEGURO DE RESIDUOS MINERO-METALÚRGICOS

Hernández Cruz Grisleda Berenice¹ y Romero Francisco Martín²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

gbere_hernandez@yahoo.com.mx

Los residuos generados en un complejo metalúrgico, ubicado en San Luis Potosí, requieren ser almacenados "in situ" de tal manera que se garantice su aislamiento ambientalmente seguro. El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos indica que una de las opciones para el almacenamiento definitivo y seguro de los residuos, es su confinamiento en "formación geológicamente estable". El confinamiento en "formación geológicamente estable" es una obra de ingeniería para la disposición final en estructuras naturales o artificiales, impermeables, que garanticen que no haya infiltración hacia las aguas subterráneas.

Se estudiaron características físicas y geoquímicas del terreno donde se ubica el complejo metalúrgico con el objetivo de identificar los sitios que cumplen con la condición de "formación geológicamente estable".

El clima de la zona es semiárido con escasa cubierta vegetal. La precipitación es menor que la evaporación. La dirección del viento es hacia el este (E) y suroeste (SW). Geológicamente, el sitio se encuentra sobre el "Conglomerado Halcones" (espesor = 150 m). Con excepción de los primeros 0.5 m (material intemperizado), el conglomerado está muy consolidado. El nivel de las aguas subterráneas está a unos 100 m de profundidad y los análisis químicos permiten clasificarlas como aguas bicarbonatadas sódicas, lo cual indica que están relacionadas con flujos profundos y regionales.

La aplicación del modelo "GOD" (para la valoración de la vulnerabilidad), señalado en las Normas Oficiales Mexicanas, indica que el Índice de Vulnerabilidad "VAq" varía entre 0.072 y 0.168, lo que significa que el acuífero NO es Vulnerable a la contaminación por infiltración a través de la zona vadosa. Estos resultados se validaron con pruebas de permeabilidad "in situ" (pruebas Lugeón) que permiten clasificar, de manera general, al Conglomerado Halcones, como "muy impermeable" y "prácticamente impermeable".

Los resultados de los análisis químicos (método EPA 6200) en núcleos de perforación (10 perforaciones de 32 m c/u) indica que los contaminantes (As y Pb) no migran verticalmente a través del conglomerado compacto debido a la baja permeabilidad. Así mismo, el comportamiento de las concentraciones totales de los contaminantes en la parte del conglomerado intemperizado indica baja movilidad, lo que es atribuido a fenómenos geoquímicos de atenuación natural (inferidos a partir de análisis con MEB-EDS) que impiden la liberación de estos EPT y la subsecuente movilidad hacia estratos inferiores.

Las particularidades geológicas y geoquímicas del sitio de estudio permiten dividir la zona en i) zona occidental y ii) zona oriental. En la zona occidental se cumple con la condición de "formación geológicamente estable" ya que el Conglomerado Halcones se clasifica, en toda la profundidad estudiada, como "muy impermeable" lo que impide la migración vertical de contaminantes, con excepción de los primeros 0.5 m donde el conglomerado presenta signos avanzados de intemperismo. En la zona oriental no se cumple con la condición de "formación geológicamente estable", ya que la parte superior del conglomerado(en los primeros metros)es relativamente permeable.

GGA-8

AFECTACIONES EN LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTO A LA POBLACIÓN POR DRENAJES DE MINAS ABANDONADAS EN UNA ZONA NATURAL PROTEGIDA DE GUANAJUATO, GTO.

Ramos Arroyo Yann Ren¹, Martínez Arredondo Julio César², Ramírez Aguayo Víctor Hugo², Ramírez Navarro Francisco¹ y Sandoval Juárez Carmen³

¹Departamento de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato

²Maestría en Ciencias del Agua, Universidad de Guanajuato

³Departamento de Química, Universidad de Guanajuato

yannramos@quijote.ugto.mx

La ciudad de Guanajuato tiene como fuentes de abasto a la población una red de acuíferos localizados al sur del municipio y un sistema de tres embalses localizados en una vertiente del norte del río Guanajuato que es considerada un área natural protegida. En este trabajo se presenta un análisis hidrogeoquímico así como un balance hídrico que considera los drenajes de minas abandonadas en la vertiente norte del río Guanajuato, también llamada cuenca Esperanza-Soledad-Santana.

El 30 % del agua de abasto a la población de Guanajuato se extrae de las presas Esperanza y Soledad localizadas en subcuencas consideradas áreas naturales protegidas. Existe otro pequeño embalse de 0.5 millones de metros cúbicos que es una fuente potencial aún no aprovechado. En ambas cuencas se encuentran minas y residuos mineros abandonados que llegan a verter aguas de drenaje a los arroyos naturales y que representan un riesgo de afectación a la calidad del agua.

En la cuenca La Esperanza se localizan dos pequeñas minas abandonadas de sulfuros masivos vulcanogénicos así como dos depósitos de residuos que aporta lixiviados que localmente afectan la calidad del agua.

Se realizó una cuantificación de los flujos de un socavón y drenaje de jales abandonados para conocer su evolución temporal una caracterización de las aguas y las fases minerales para plantear las interacciones agua-roca que controlan la liberación de solutos.

Con la estimación de volumen que drena, un análisis de la distribución de las lluvias y de aplicar un modelo lluvia-escurrimiento, se derivó que tan significativos son los drenajes de los residuos en la calidad del agua de la presa La Esperanza.

Los lixiviados de la mina de sulfuros masivos tienen una naturaleza ácida, son aguas sulfatadas férricas altas en aluminio y magnesio. Esta agua se diluyen y neutralizan conforme avanzan gradiente abajo y al llegar a la presa ya no se detecta la acidificación.

Se encontró que los residuos se han movilizado físicamente y llegaron a una zona de acumulación que representa un riesgo potencial ya que liberan ácido sulfúrico y metales como aluminio y cadmio.

Existe otra cuenca gradiente abajo donde se encuentra una mina epitermal que vierte drenajes casi durante todo el año al canal principal. Esta agua son de naturaleza sulfatada cálcica y representan del 1 al 5 % del drenaje de la cuenca Santana. Sin embargo, este pequeño porcentaje es muy significativo ya que cambia la naturaleza de las aguas de bicarbonatada-cálcicas a sulfatado-cálcicas y el uso potencial, ya que la población detecta que en temporada de secas no puede utilizarse en la alimentación.

De las cuencas Esperanza y Soledad drenan cantidades muy significativas de sulfatos, más de 10,000 ton al año. Se ha observado que en la cortina de la presa Burrones la cantidad de sulfatos disminuye significativamente, y hay evidencias de que se está realizando un proceso de sulfato-reducción. Se realizará un estudio muy detallado de este sistema para plantear un sistema reactivo para minimizar las cantidades de sulfatos en una cuenca como propuesta de mejoramiento de la calidad del agua.

GGA-9 CARTEL

PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD DE JALISCO

Maciel Flores Roberto¹, Maciel Tejeda Christian Alexander² y Rosas Elguera José¹

¹Universidad de Guadalajara

²Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente
romaciell@cencar.udg.mx

"Patrimonio Geológico" es definido por Gallego y García (1996) como el conjunto de recursos naturales no renovables de valor científico, cultural, educativo; ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno o yacimientos paleontológicos y mineralógicos que permiten reconocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado.

El Patrimonio Geológico y la Geodiversidad en Jalisco, que incluye además el valor recreativo, puede ser visualizado desde cuatro puntos de vista: a) yacimientos minerales; b) fósiles; c) recursos hídricos y energéticos y d) Volcanismo activo.

a) En Jalisco hay gemas, minerales metálicos y no metálicos, el ópalos en Magdalena, oro, plata, plomo, cobre y zinc (Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur), sílice, calcita, caolín y diatomeas (Faja Volcánica Mexicana), calizas, dolomitas, mármol (Sierra Madre del Sur, Faja Volcánica Mexicana y Meseta Central) y rocas para la construcción y ornato de edificios patrimoniales.

b) Hay mastodontes en depresiones tectónicas (e.g. Ameca, San Marcos). Fósiles de flora en la Sierra de la Primavera. Diatomeas de Andrés Figueroa. Árboles petrificados en la sierra de Unión de Tula.

c) El lago de Chapala es el más importante de México, está mayoritariamente en Jalisco. La laguna de Cajititlan. El Río Santiago que además de su biodiversidad aloja diversas presas. Las 400 manifestaciones termales y el único geysir a nivel nacional son muestra de su gran potencial energético.

d) Aunque en Jalisco hay más de 500 volcanes el mas importante por su actividad es El Colima. Los volcanes Tequila, Nevado de Colima, Cerro del Cuatro y Cerro de la Reina entre otros son expresiones morfológicas notables en Jalisco.

Estructuras geológicas regionales; Unión Triple del Rift Tepic Chapala, Colima y Chapala. Morfología terrestre; mesetas, planicies, cañones, montañas, esteros. Formaciones geológicas únicas; Piedras Bolas, monolitos en la Sierra El Águila y Tapalpa. Marina que incluye bahías, playas, islas y plataforma con fondos blandos y rocosos; Margen Submarina del Pacífico, Placa Rivera y la Dorsal del Pacífico Oriental.

GGA-10 CARTEL

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE SIERRA FRÍA, ZACATECAS, MÉXICO

Chávez Verónica Paniagua¹ y Hernández Ramírez Daniel²¹Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional²Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
vpaniagua@mail.zacatecas.gob.mx

El contar con un sistema de información geográfica integral con los aspectos biofísicos, ambientales, sociales y económicos, sirve como base para el establecimiento de políticas de protección, manejo y conservación en el Área Natural Protegida de la Sierra Fría, siendo el principal objetivo lograr el desarrollo sustentable del sitio.

Bajo este esquema, uno de los principales problemas que se presentan al desarrollar e implementar los Programas de Manejo y conservación del Área Natural Protegida, es indudablemente la carencia de herramientas poderosas de procesamiento e interpretación de información, que ayuden a la toma de decisiones correctas en el manejo, restauración y planeación de las mismas, lo que se ve reflejado en la falta de procesos maleables en lo referente a la conservación de los recursos naturales.

En la búsqueda constante de la sustentabilidad de las Área Natural Protegida, obliga a operar un sistema que facilite la coordinación entre los diferentes actores administrativos (federal, estatal, municipal y local), todo en la búsqueda de definir estrategias efectivas, obteniendo un incremento de las potencialidades, entre algunos de los beneficios a corto plazo de la implementación de un Sistema de Información Geográfica en una Área Natural Protegida, es el de permitir de una manera mas rápida solucionar problemas en lo respectivo a la zonificación del área.

La implantación de este Sistema de Información Geográfica en el Área de Protección de Recursos Naturales de Sierra Fría Zacatecas, presentará una aproximación real del entorno geográfico, tanto en aspectos físicos, como económicos, humanos y sociales, logrando de esta manera una mejor planificación y manejo de los recursos naturales de la Área Natural Protegida, debido a que facilitaría entender de una manera integral las prioridades de las necesidades de sus pobladores en los diferentes niveles, tal es el caso de fenómenos ambientales, sanitarios, educativos, de carencia y aprovechamiento de infraestructura, falta de servicios básicos, etc.

El proceso metodológico consiste básicamente, en la creación del inventario ambiental de la zona, introduciendo en el sistema la información algunas o todas de las siguientes variables: Geología, Litología, Geomorfología, Riesgo de erosión, Riesgo de inundación, Edafología, Agua, Clima, Vegetación, Fauna, Paisaje, índices de marginación y pobreza, salud, servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura turística, abasto de alimentos, etc.

Al final de este proceso se podrá contar con una herramienta con carácter de un banco de información sistematizada, confiable, del cual los interesados pueden hacer usos del mismo sobre todo en aspectos de mejoramiento, restauración y manejo de la Área de Protección de Recursos Naturales de Sierra Fría, Zacatecas, además de apoyar el desarrollo del Programa de conservación y Manejo de la Zona.

GGA-11 CARTEL

ANÁLISIS DEL POZO PROFUNDO "LAS MARAVILLAS" DE USO PÚBLICO URBANO, DEBIDO A LA FILTRACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE DESECHOS MUNICIPALES, EN EL MUNICIPIO DE ACATZINGO DE HIDALGO, PUE.

Gallardo Zepeda Gabriela y Herrera Juárez Viridiana
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gaby_gaze@hotmail.com

El pozo profundo "Las maravillas" se encuentra ubicado en la localidad de Acatzingo de Hidalgo en el estado de Puebla. Dicho municipio se localiza en la parte central del estado; limita al norte con Nopalucan y Soltepec; al sur con Los Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla y Quecholac, al este con Felipe Ángeles y al oeste con Tepeaca.

En el mes de septiembre de 2007 el SOAPA ACAT (Sistema Operador de Agua Potable y Acatarrillado Acatzingo, Pue), observó que el agua de dicho pozo se encontraba contaminada, ya que habitantes de dicho municipio manifestaron su inquietud ante la presencia de un olor fétido acompañado de un color ocre.

Ante dicha situación el SOAPA ACAT procedió a hacer una investigación a detalle con referente al pozo que abastecía a la localidad así como remediar la situación. Encontraron que el problema de dicha contaminación se debió a que, cerca del pozo se hallaban unas galerías que fueron cerradas ante el crecimiento de la población; pero algunos pobladores no estaban conectados al sistema de drenaje ante ello las aguas residuales eran enviadas a dichas galerías y aunado a esto, en tiempos de lluvia las galerías se fueron llenando hasta que inició la filtración hacia el pozo. El tipo de subsuelo que se presenta en la zona son depósitos de materiales calizos de diferentes compactaciones y permeabilidades, siendo este, un factor en la filtración del agua residual.

Los métodos que se utilizaron para remediar el problema fueron los siguientes; primero procedieron a hacer una rehabilitación al pozo (limpieza como factor principal), seguido de una inspección técnica filmica para verificar las condiciones físicas en las que se encuentra el pozo, después se realizaron análisis físico-químicos.

Se obtuvo como resultado de los análisis que, con la intervención de la rehabilitación se disminuyó la contaminación del agua y se dictaminó que el agua se podía consumir de acuerdo a la norma oficial Mexicana NOM_127_SSA1_1994 agua para uso y consumo humano. Pero la gente por falta de difusión de la información se niega a emplear el agua en sus quehaceres domésticos así como consumir la misma.

El fin de esta investigación es realizar otros estudios físico-químicos para comparar con los análisis anteriores y observar si hubo una purificación relevante por medio natural, así como verificar que el agua realmente pueda ser de uso y consumo humano de acuerdo a las normas oficiales del agua potable. Con los resultados obtenidos se pretende dar solución para que la filtración no siga y así el agua sea lo mas limpia posible. En caso de que el agua sea consumible se informará a la gente para que puedan realizar sus actividades domésticas. Otro de los objetivos es hacer conciencia a las personas del cuidado de la misma.

GGA-12 CARTEL

ALTERNATIVA PARA LA UBICACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS SEGÚN LA NOM-083-SEMARNAT-2003, EN EL MUNICIPIO DE COPALILLO, GUERRERO

Patiño Martínez Paulina¹, Cerca Mariano¹, León Paulina¹, Enríquez Mónica¹, Botero Paola¹, Moreno Adriana¹, Arvizu Gutiérrez Harim Elmer¹, Portillo Pineda Rodrigo¹, Ortiz Ignacio¹ y Mitre Salazar Luis Miguel²¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM

paulina_pm@geociencias.unam.mx

La adecuada disposición de residuos sólidos requiere la planeación de sitios con características especificadas por la NOM-083- SEMARNAT-2003. En localidades, como el Municipio de Copalillo, Guerrero, que producen menos de 10 toneladas al día de residuos, las exigencias de la norma son mas flexibles.

Tomando en cuenta que si bien el volumen generado no es por sí mismo importante, la puesta en marcha de un Programa de Disposición de Residuos Sólidos, apoyado en un estudio geológico en este tipo de localidades, que en su gran mayoría se encuentran localizadas en zonas ecológicamente vulnerables a la contaminación como cauces de ríos o zonas de recarga de acuíferos, además de corregir la disposición desordenada de residuos, servirá para que la población en su conjunto pueda sensibilizarse de la importante y urgente tarea de la preservación del medio ambiente en general y de sus recursos en particular.

La zona de Copalillo representa un laboratorio natural para explorar alternativas tanto para la ubicación de un sitio de disposición final de residuos acorde con la legislación vigente, como el diseño de un plan que propicie la recuperación de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, disminuyendo con ello el volumen de la descarga final.

En este trabajo se realizó una cartografía geológica detallada de la zona para generar datos confiables y desarrollar una herramienta que sirva como respaldo a las decisiones en la planificación del municipio. Se identificó así una alternativa para la ubicación del sitio destinado que garantice la protección del ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y de los recursos naturales,

reduciendo con ello los efectos contaminantes provocados por la inadecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y la protección de la salud pública en general.

Geológicamente la zona esta conformada por rocas metamórficas del Paleozoico, representadas por el Complejo Acatlan; generadas en un ambiente marino presentando gran deformación dúctil, unidades de conglomerados, limolitas y areniscas del Cretácico (Formación Zicapa), cubierta discordantemente por caliza de la Formación Morelos también del Cretácico (Aptiano al Cenomaniano) con un espesor hasta de 1700 metros. Cerca del municipio de Copalillo predomina la Formación Copalillo del Cretácico representado por conglomerado de lechos rojos y areniscas, con clastos volcánicos y roca caliza. Por último el relleno en zonas cercanas al río y las planicies aledañas está constituido por material aluvial y coaralial del cuaternario.

GGA-13 CARTEL

EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL OCASIONADO POR JALES PROVENIENTES DE LA EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS DE HIERRO

Rosas Gómez Heriberto¹, Martínez Jardines Gerardo²,
Gutiérrez Ruiz Margarita³ y Romero Francisco Martín⁴

¹Grupo de Biogeoquímica Ambiental, Instituto de Geografía, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Instituto de Geografía, UNAM

⁴Instituto de Geología, UNAM

herizo09@yahoo.com.mx

En los últimos años los residuos mineros (jales) han sido objeto de estudios especializados debido al riesgo ambiental que representan. Ante tal situación diferentes países del mundo, incluyendo México, han generado normas o guías ambientales para regular este tipo de residuos con el fin de proteger al ambiente.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la Norma Oficial Mexicana de jales (NOM-141-SEMARNAT-2003) en este tipo de residuos mineros, provenientes de la explotación de yacimientos de mineral de hierro, situados en la parte este México; con el objetivo de evaluar su peligrosidad. Así mismo, se aplicaron los criterios de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (Norma Oficial Mexicana de suelos contaminados) con el fin de valorar la afectación y riesgo ambiental en suelos y sedimentos, ubicados dentro de la zona de influencia de los jales del sitio de estudio.

Para que los jales sean clasificados como peligrosos para el ambiente es necesario que sean generadores de acidez y/o que los elementos potencialmente tóxicos que contienen estén en formas geodisponibles (solubles).

Con base en las características geológicas, mineras y climáticas se diseñó y llevó a cabo el muestreo. Se recolectaron muestras de jales, suelos y sedimentos (fuera y dentro de la zona de influencia). Las muestras de suelos fuera de la zona de influencia sirvieron para determinar los valores naturales de fondo, que se utilizaron como valores de referencia para identificar la afectación de los suelos, debido a la dispersión de los jales de estudio.

En todas las muestras se analizaron: pH, conductividad eléctrica (CE), sulfatos, concentraciones totales de Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) [As, Ba, Be, Cd, CrVI, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Tl y V]. Se realizaron pruebas de extracción para determinar la concentración soluble de EPT y de Balance Ácido-Base, para determinar el potencial de generación de drenaje ácido.

Los principales resultados de este estudio indican que: 1) Los jales estudiados se caracterizan por tener concentraciones bajas de EPT que resultaron inferiores a los valores naturales de fondo de la región. 2) Por su toxicidad los jales se clasifican como NO PELIGROSOS; ya que las concentraciones solubles de los constituyentes tóxicos son inferiores a las permisibles. 3) Por su capacidad potencial para la generación de drenaje ácido los jales estudiados se clasifican como PELIGROSOS, ya que los resultados indican que el potencial de acidez (PA) es mayor que el potencial de neutralización (PN). La relación PN/PA de estos jales varía de 0.3 a 1.3.

Los suelos y sedimentos ubicados dentro de la zona de influencia, de los jales estudiados, no están afectados por la dispersión de estos residuos y, bajo las condiciones actuales, no se identificó que haya riesgo ambiental de acuerdo a los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.

GGA-14 CARTEL

PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN DE PRESAS ARTIFICIALES Y ESTUDIOS SISMOACÚSTICOS DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA PRESA CERRO PRIETO LINARES, N. L., MÉXICO

Perales Martínez Brenda¹, Estrada Solis Ana¹, Krivosheya Konstantin¹, Yutsis Vsevolod¹, De León Gómez Héctor¹, Levchenko Oleg², Lowag J.³ y Kotsarenko Anatoly⁴

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Shirshov Institution of Oceanology, Academy of Sciences of Russia, Moscow, Russia

³INNOMAR Technologie GmbH, Rostock, Germany

⁴Centro de Geociencias, UNAM
vyutsis@fct.uanl.mx

La Presa José López Portillo (Cerro Prieto), es una fuente de abastecimiento de aguas superficiales perteneciente al Sistema Regional Linares-Monterrey; construida para abastecer a Monterrey y su área metropolitana. Existen varios problemas en la construcción y explotación de presas como: condiciones geológicas e hidrogeológicas desfavorables en su construcción, sedimentos transportados a los embalses y saneamiento, pérdidas enormes por evaporación, condiciones atmosféricas cambiantes, filtraciones tanto subterráneas como en la construcción, deformaciones causadas por la presión hidráulica, salinización producida como consecuencia de la elevación del nivel freático, deterioro de las compuertas y fallas. (De León- Gómez, 1993).

La descarga de los ríos de la localidad provoca en las cuencas una importante aportación de sedimentos en el embalse (Dunbar, 1963). El peso del agua puede afectar a procesos tectónicos, reactivando fallas e inducir eventos sísmicos (Vallejo, 2006). Las filtraciones pueden producir erosión kárstica. Se presume que dichos

procesos pueden reflejarse en variaciones temporales de las profundidades de la presa. Los cuales podemos observar con métodos muy precisos.

En este estudio se está presentado resultados de observaciones con el método acústico no-lineal de alta resolución del fondo de la presa Cerro Prieto. El método de acústica no-lineal es el primero realizado en la presa Cerro Prieto (Yutsis et. al, 2008). El método tiene resolución de 1 – 10 cm y alcance de profundidad de 1-10 m aproximadamente. Para estimar variaciones temporales (relacionados a sedimentación, erosión y deformación) se utilizaron datos topográficos digitales de escala 1:5000 comparándolos con los datos sismo-acústicos obtenidos.

Se encontró que las diferencias de profundidades del fondo varían mucho (hasta 4 m aprox.), por lo cual es difícil explicar cómo procesos de erosión, deformación y/o sedimentación. Se supone que los datos topográficos tienen menor precisión por lo cual no se puede utilizar para resolver los problemas dichos en la manera mas correcta. Los datos sismo-acústicos no revelan una gran cantidad de sedimentos, lo cual podría ser debido a que no se han depositado o debido a las propiedades físicas de algunas capas de rocas que contienen gas orgánico que no permite que las ondas acústicas tengan mayor penetración.

Sesión Regular

GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO

Organizadores:

Luis Alva Valdivia

Harald Böhnelt

GEOPAL-1

PALEOMAGNETISMO DE ROCAS MIOCÉNICAS EN CHALCATZINGO, MORELOS, MÉXICO: UNA REVALUACIÓN

Vázquez Duarte Alma Cristina y Böhnelt Harald
 Universidad Nacional Autónoma de México
 acvazquez@geociencias.unam.mx

Los domos de Chalcatzingo, localizados al sureste de la ciudad de México, han sido recientemente fechados (40Ar/39Ar) en ~20.7 millones de años. El Grupo volcánico Tepexco se encuentra en un estudio previo mostrando direcciones paleomagnéticas fuertemente discordantes de ~50° al oeste de la dirección esperada del campo geomagnético para el Mioceno; lo cual apunta a la hipótesis de una rotación antihoraria de un bloque cortical, relacionada a un sistema de fallamiento lateral izquierdo a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana. Esta rotación es la más grande propuesta para la parte central de México y se encuentra contrastando con los datos más cercanos que se tienen de la Cuenca de México, los cuales son concordantes con las direcciones esperadas del campo geomagnético. En vista del limitado muestreo anterior y la relativamente compleja remanencia grabada en las rocas, hemos remuestreado los domos de Chalcatzingo y sus alrededores, así como el Grupo Tepexco para verificar la validez de la propuesta rotación de bloques. Para tal propósito, se colectaron muestras de 26 sitios. Se utilizó el microscopio de luz reflejada así como el SEM (scanning electron microscopy) para determinar la composición y textura de los minerales magnéticos; experimentos termomagnéticos y de adquisición de IRM se utilizaron para determinar las propiedades magnéticas de las rocas. Se llevó a cabo la desmagnetización a detalle utilizando el método de Campos Alternos (AF) para determinar las direcciones de remanencia características y calcular las direcciones principales para cada sitio y VGP's. Estos datos fueron finalmente comparados con la dirección de referencia para el Mioceno y el polo para la parte estable de Norteamérica, e interpretados en términos de movimientos tectónicos potenciales del área de estudio.

GEOPAL-2

ESTUDIO PALEOMAGNETICO DE LA DEFORMACIÓN MIOCÉNICA, DE LA REGIÓN CERCANA AL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARGO, CHIHUAHUA

Wogau Chong Kurt Heinrich, Aranda Gómez José Jorge y Böhnelt Harald
 Centro de Geociencias, UNAM
 kurt_heinrich@hotmail.com

La Sierra de Aguachile es una secuencia de rocas volcánicas del Eoceno, localizada al Sureste del estado de Chihuahua y al Noroeste del Campo Volcánico de Camargo, esta es descrita como un pliegue en forma de sinclinal, con un ligero grado de buzamiento. Se piensa que se encuentra plegada a causa de la tercera reactivación de la Falla de San Marcos que ocurrió hacia los 14.5 a 5 ± 0.7 Ma. se ha sugerido que esta falla se puede extender 300 km mas al Noroeste de su traza original, afectando al área de estudio. Al oeste de la Sierra de Aguachile se encuentra el Sill "La Tortuga" este es un dique estrato, posiblemente plegado por un evento de reactivación más joven de 5 Ma de la Falla de San Marcos. Para probar que las estructuras mencionadas fueron deformadas por un mecanismo tectónico, generado por las reactivaciones de dicha falla fue realizado un estudio paleomagnético conocido como "la prueba del pliegue" este estudio nos ayuda a conocer si la magnetización característica fue adquirida antes o después del plegamiento propuesto. Para esto se tomaron muestras de catorce sitios de la Sierra de Aguachile de la unidad de roca conocida como Ignimbrita Vallecitos esta tiene una edad de 31.3 ± 0.7 Ma. y de el Sill "La Tortuga" se obtuvieron muestras de seis sitios del intervalo T1 que comprende una lava andesítica fechada en 13.97 ± 0.08 Ma. En laboratorio las direcciones paleomagnéticas principales de cada sitio, fueron determinadas con el desmagnetizador de campos alternos. Para la interpretación de los datos obtenidos, fue necesario aplicar un método estadístico que nos diera la significancia de estos. Como objetivo secundario, se determinaron los minerales magnéticos que acarrearán el registro magnético con pruebas de IRM y observaciones directas hechas con el microscopio de barrido electrónico.

GEOPAL-3

ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA EN BRECHAS DE IMPACTO DEL CRÁTER DE CHICXULUB - EFECTOS DE DESMAGNETIZACIÓN TÉRMICA EN LABORATORIO

Velasco Villarreal Miriam y Urrutia Fucugauchi Jaime
 Instituto de Geofísica, UNAM
 fatima_miriam@hotmail.com

En este trabajo se presenta un análisis de los efectos en la anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS) en los procesos de desmagnetización térmica en las brechas de impacto del cráter Chicxulub.

En general, la susceptibilidad (K) muestra un comportamiento variable, las muestras analizadas permiten una división en 4 grupos: 1) Existen dos muestras, una, con valores muy bajos de K y que presenta un incremento durante el proceso térmico, éste es gradual y notorio a partir de los 400°C. La otra tiene un K inicial

alta, que se incrementa hasta los 250°C y desciende de forma aproximadamente gradual. (2) Dos muestras con valores entre los 200 y 2800x10⁻⁶ SI, a partir de los 150°C presentan incremento notorio y posteriormente descienden a partir de los 300°C. (3) Otro grupo de muestras presentan K entre 2000 y 1300x10⁻⁶ SI con un comportamiento similar y descenso a partir de los 250°C. (4) Las muestras de este grupo presentan K entre 500 y 1400x10⁻⁶ SI, y muestran un comportamiento con poco cambio en los valores de K durante el proceso térmico. Los diferentes comportamientos observados en los procesos de desmagnetización térmica sugieren relaciones con la ocurrencia de clastos en las brechas. Cada muestra contiene clastos o matriz con señales similares, a pesar de que fueron obtenidas a diferentes profundidades.

El análisis del parámetro de Forma documenta 3 tipos de comportamientos: a) los especímenes de este grupo son oblados y presentan tendencia descendente y los especímenes m18, m71 y m81 muestran tendencia ascendente y también son oblados. Otros especímenes oblados pero más cerca del área neutra presentan un comportamiento irregular. (b) tres especímenes van de la zona prolada a oblada, a partir de los 250°C se acercan a la zona neutra y aproximadamente a los 450°C están en la zona positiva. (c) las muestras m9, m36, m53 presentan forma prolada. La m77b va de oblado a prolado durante todo el proceso. Nueve especímenes son oblados, 3 prolados y 4 pasan de oblados a prolados. En general el 56.25% de las muestras analizadas tienen forma oblada, el 25% va de oblado a prolado y el 18.75% son proladas.

El análisis del grado de anisotropía corregida (Pj) presenta 9 muestras con tendencia descendente, 5 aproximadamente constantes y dos con comportamiento irregular. Pj varía desde 1.004 a 1.04 unidades, esto es semejante al comportamiento de las rocas sedimentarias e ígneas. Sólo una muestra excede este rango (m71 con Pj=1.16). Este comportamiento sugiere similitud en la formación de las impactitas.

El análisis de la lineación magnética documenta 7 muestras con comportamiento irregular con tendencia descendente, 5 con comportamiento irregular con tendencia ascendente y 3 con tendencias aproximadamente constantes.

Con respecto a la foliación magnética esta presenta 11 muestras con comportamiento irregular y tendencia descendente y 4 con tendencia ascendente. Tanto la lineación como la foliación están desarrolladas pero no se observa el predominio de alguna y no se distinguen direcciones preferenciales.

GEOPAL-4

DIRECCIONES DE FLUJO Y EMPLAZAMIENTO DE LA IGNIMBRITA PANALILLO SUPERIOR EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

González Naranjo Gildardo A.¹, Molina Garza Roberto S.², Aranda Gómez José Jorge², Böhnelt Harald² y Tristan González Margarito³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto de Geología, UASLP

gildardo@geociencias.unam.mx

La ignimbrita Panalillo Superior, es una unidad Oligocénica ampliamente extendida dentro del Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) en la Mesa Central en México, la cual ha sido cartografiada como una sola unidad a través de los años, por lo que podría ser un importante marcador estratigráfico si se puede determinar que efectivamente sea una sola unidad e identificar su fuente. Hasta el momento no se ha determinado una estructura caldérica que halla sido la generadora de esta ignimbrita, sino que más bien se ha propuesto que su origen sea fisural. En este trabajo se ha realizado un estudio de fábrica magnética utilizando cuarenta sitios de muestreo sobre afloramientos de esta ignimbrita, distribuidos en diferentes zonas dentro del CVSLP, para tratar de identificar su(s) fuente(s) así como el origen de la misma (calderico o fisural). De este estudio se ha determinado que al menos habría dos o hasta tres diferentes zonas fuentes donde se habrían generado estos depósitos piroclásticos, sin poder definir con precisión si el origen es calderico o fisural. Sin embargo, es posible afirmar con base en la información proporcionada por la anisotropía de susceptibilidad magnética que la ignimbrite Panalillo Superior no habría sido originada con un solo pulso magmático, sino que al menos dos o hasta tres diferentes eventos magmáticos habrían originado esta ignimbrita con características petrológicas y geomorfológicas muy similares dentro del CVSLP.

GEOPAL-5

DIRECCIONES DE FLUJO DE LAVAS A PARTIR DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DEL CAMPO VOLCÁNICO XALAPA, VERACRUZ

Caballero Miranda Cecilia¹, Tarango Behary², Álvarez Quiñonez Miraldely², Alva Valdivia Luis¹, González Antonio¹, Rodríguez Sergio³, Morales Wendy³ y Royo Miguel²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

³Instituto de Geología, UNAM

cecilia@geofisica.unam.mx

Se presentan resultados de estudios de la Anisotropía de Susceptibilidad Magnética e interpretación preliminar de 22 sitios de lava basáltica pertenecientes al Campo Monogenético Xalapa (Rodríguez et al., JVGR en prensa), cuyas edades oscilan entre el Pleistoceno tardío-Holoceno. El promedio de núcleos por sitio analizados es de 10, con un total de 226 núcleos, empleándose en la mayoría de los casos 2 especímenes por núcleo (alrededor de 450 especímenes). Las mediciones fueron efectuadas con un Kappabridge-KLY2 y los resultados fueron analizados con la estadística Jelinek. La fábrica magnética observada resulta con una fuerte proporción de elipsoides prolados en la mayoría de los sitios y dominada por elipsoides oblatos solo en 7 sitios. En dos de los sitios la fábrica es muy dispersa y de difícil interpretación y en otros dos sitios se observan lineaciones magnéticas verticales irregulares para los flujos de lava; uno de ellos correspondiente con basaltos columnares. En los sitios restantes la fábrica se observa ya sea con foliaciones y/o lineaciones subhorizontales, de donde se pueden interpretar la dirección de flujo, con diferente grado de incertidumbre coincidiendo en numerosos casos con las observaciones e indicadores geológicos.

GEOPAL-6

USING ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY ON PER-ALKALINE IGNI MBRITES FROM NW MEXICO: A MAJOR ERUPTION IN MIDDLE MIOCENE?

Olgún Villa Angel Enrique¹, Stock Joann² y Vidal Solano Jesús¹

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Seismological Laboratory, California Institute of Technology

angele.olgünv@correo.uson.mx

Middle Miocene Per-alkaline ignimbrites that crop out in scattered mesas across central Sonora and Baja California have a unique, low-inclination and reversed magnetization. A correlation taking into consideration this feature, implies a major eruption at ca.12 Ma (Stock et al, 2008 UGM). However, variations in the isotope ratios, trace elements and geochronology data suggest some difference in different outcrops, possibly due to more than one source (Vidal-Solano et al. 2008 UGM).

In this study, samples of these ignimbrites from six sites from Baja California and Sonora were measured by the AMS technique using the AGICO MFK1-FA Kappa-bridge. The MFK1-FA Kappa-bridge is one of the most sensitive instruments for measuring anisotropy of magnetic susceptibility (AMS). The AMS technique has been used as a paleocurrent indicator in attempts to locate the source vent of ignimbrites. In this study, we measured cores of 24 mm and 12 to 14 mm diameter, of peral-alkaline ignimbrites.

The magnetic fabric of rocks that is usually evaluated by AMS measurements includes the distribution of the AMS principal axes: concentration of k3 (minimum) axes means a well-defined magnetic foliation; and clustering of k1 (maximum) axes means a well-defined magnetic lineation. These results point out a well-defined magnetic foliation and a good degree of anisotropy.

So far these results have been promising, anisotropy data from samples of Baja California show flow direction to the SE (around 110 to 140). Paleomagnetic measurements of the same sites show that the samples have not been rotated about vertical axes, so no additional structural corrections were applied. Similar flow directions are shown comparing magnetic fabric and physical volcanology studies in the same cooling unit (Pacheco-Hoyos et al., in this meeting).

The complete study of these data will allow us to find a local paleoslope and the paleogeographic elements that may have influenced the flow direction inferred with this technique, and probably the identification of the source vent.

GEOPAL-7

ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MAGNETISMO DE ROCAS DE SUELOS VOLCÁNICOS MODERNOS: UN REGISTRO DE CONDICIONES AMBIENTALES Y DE EVOLUCIÓN PEDOGENÉTICA

Rivas Ortiz Jorge

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

jorger@geofisica.unam.mx

Los suelos constituyen una valiosa fuente de información ambiental, debido a que en sus horizontes se preservan evidencias de la compleja interacción que

existe entre los factores formadores de suelo y los procesos pedogenéticos, que en conjunto, son los responsables de transformar física, química y biológicamente al suelo. El análisis de propiedades de magnetismo de rocas (APMR), por sus ventajas operativas, es una potencial herramienta para el estudio del suelo. Actualmente se está desarrollando el estudio de propiedades pedológicas y de magnetismo de rocas es secuencias de suelos volcánicos modernos que presentan diferentes etapas evolutivas, y que se desarrollan bajo diferentes regímenes de precipitación y temperatura. El objetivo es poder tener una mejor caracterización magnética de los suelos volcánicos, establecer patrones que relacionen el comportamiento magnético del suelo con los procesos pedogenéticos de cada etapa evolutiva y las condiciones ambientales bajo las que desarrollan. Los perfiles corresponden en su unidad fundamental a suelos de tipo: Regosol, Fluvisol, Feozem, Cambisol, Andosol, Vertisol, Luvisol y Calcisol. Los perfiles se agrupan en cuatro grandes regiones: a) Valle de Teotihuacán, b) Cuenca de Lerma, c) Glacis de Buenavista, y d) Cuenca de Zirahuén. Los parámetros magnéticos analizados, se caracterizan por ser similares y consistentes entre sí, dentro de cada región. Otra característica es que en todas las regiones se observa la presencia y ausencia de un realce magnético superficial, similar al registrado en secuencias de suelos eólicos aunque de menor intensidad, y que no se había observado en trabajos previos realizados en paleosuelos volcánicos. Además, los factores y parámetros magnéticos analizados, permiten caracterizar y diferenciar a los suelos de acuerdo a su etapa evolutiva. De esta forma, los suelos son controlados por la composición mineralógica (magnética) de cada etapa y el tamaño de partícula, mismos que están en función de los factores formadores de suelo y de los procesos pedogenéticos. La mineralogía que controla, en general la señal magnética, es titanio (magnetita-maghemita-hematita) y goethita. La transformación y aporte de material alóctono son factores que también influyen en la respuesta magnética del suelo. Otros aspectos que también contribuyen al comportamiento magnético del suelo son procesos como termoclastia, carbonatación, eluviación/iluviación, expansión/contracción, oxidación/reducción, entre otros, y que son controlados por las condiciones ambientales.

GEOPAL-8

PALEOINTENSIDADES CON EL MÉTODO DE MULTI-ESPECÍMENES: NUEVOS EXPERIMENTOS

Böhnel Harald

Universidad Nacional Autónoma de México

hboehnel@geociencias.unam.mx

Se reportan experimentos para la determinación de paleointensidades utilizando el método de multi-especímenes propuesto recientemente por Dekkers y Böhnel (2006), en el presente caso en lavas históricas. Por un lado se aplica el protocolo propuesto originalmente para validar el método. Por el otro lado, se presenta un protocolo modificado que ofrece importantes ventajas sobre el anterior.

GEOPAL-9

VERTICAL VARIATION OF PETROMAGNETIC PROPERTIES AND OPAQUE MINERALOGY ALONG A COMPLETE BASALT FLOW PROFILE, XITLÉ VOLCANO, MEXICO. PART I: ZONE-LAYER RECOGNITION

Alva Valdivia Luis¹, Caballero Miranda Cecilia¹ y Morales Juan²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia

lalva@geofisica.unam.mx

Magnetic mineralogy is essential for a correct interpretation of concentration and grain-size indicative parameters. Rock magnetic and optical magnetic mineral identification through a single basalt flow-unit (PC, pumas club) of the Xitle volcano is documented. The emplacement of the flow indicates that possibly was via inflation in its internal structure, which is not as clear as for other flows (CU and RM) of the same volcano, although there is no clear evidence that this has impacted on the magnetic properties of the flow. Comparison with these two profiles (CU and RM) is used to examine their vertical variation and possible link. Complete profiles of 4.8, 5.0 and 6.6 m thick belong to two different flow members located at different positions inside the flows; the thickest studied profile is in the flow border. Sampling was performed at intervals from 12 to 20 cm. Profile name and sampled core number is RM-42, CU-75 and PC-36. Rock magnetic properties are quite consistent but paleomagnetic properties are much more uneven. Thermomagnetic analyses show that bulk magnetic properties and remanence is carried in most cases by Ti-poor titanomagnetite, presumably resulted from oxy-exsolution processes that happened during deuteric flow cooling. Unblocking temperature and coercivity suggests pseudo-single domain magnetic grains for these (titano)magnetites. Thermal and alternating field demagnetizations indicate that the lavas are characterized by univectorial magnetizations. Anisotropy of magnetic susceptibility lineation agrees with geologically-inferred flow direction. Several samples from the lava flow were selected for Thellier paleointensity experiments because of their stable remanent magnetization and relatively low within-site dispersion. The obtained paleointensities are of reasonably good quality, however, significant intra- and inter-flow variations in both the characteristic directions and paleointensity are observed both in the new profile and previous studies of sites distributed across the lava field.

GEOPAL-10 CARTEL

PRELIMINARY PALEOMAGNETIC STUDY OF THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL IGIMBRITES: FROM HUEJUQUILLA TO ESTACION RUIZ, NORTHWEST OF MEXICO

Perrin Mireille¹, Alva Valdivia Luis², Benammi Mouloud³ y Rosas Elguera José⁴

¹Universidad de Montpellier II

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Universidad de Poitiers

⁴Universidad de Guadalajara
mireille.perrin@cnsr-dir.fr

The Sierra Madre Occidental is the result of Cretaceous-Cenozoic magmatic and tectonic episodes related to the subduction of the Farallon plate beneath North America and to the opening of the Gulf of California. We performed a paleomagnetic study of the silicic ignimbrites mainly emplaced during two pulses in the Oligocene (ca. 32–28 Ma) and Early Miocene (ca. 24–20 Ma), and grouped into the “Upper Volcanic Supergroup”. A total of 97 samples were drilled from 11 sites, and 16 samples from two additional sites around Jesus Maria Village, heart of the Huicholes pre-hispanic culture. Two new Ar-Ar ages are reported (20.4±0.2 Ma and 29.8±0.7 Ma). Based on the data sets, we examined the likelihood of vertical-axis rotation during cooling of the volcanic rocks (ignimbrite and basalt). To estimate the net rotation values, it's formally derived following the methods of Demarest (1983) by comparing sites means to the expected direction calculated using the reference paleomagnetic pole for North America (Besse and Courtillot, 2002) of the appropriate age. This analysis suggests that a net counterclockwise vertical axis rotation of about 6 to 24° has occurred.

GEOPAL-11 CARTEL

VARIACIÓN PALEOSECCULAR DE FLUJOS DE LAVA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE XALAPA, VERACRUZ

González Rangel José Antonio¹, Alva Valdivia Luis¹, Caballero Miranda Cecilia¹, Morales Wendy², Rodríguez Sergio^{2y3}, Tarango Behary⁴ y Tarango Carmen⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua
antonioi@geofisica.unam.mx

Se colectaron 21 sitios paleomagnéticos (316 especímenes) en el campo volcánico de Xalapa, porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, con el objetivo de determinar la variación paleoseccular de la dirección del campo geomagnético. Estos derrames de basalto pertenecen al Campo Monogénico de Xalapa (Rodríguez et al. JVGR, en prensa). La edad de estas unidades oscila entre el Pleistoceno tardío-Holoceno. Las muestras fueron desmagnetizadas por campos magnéticos alternos y térmicamente, obteniendo comportamientos muy similares; la mayoría de las muestras exhibieron magnetizaciones remanentes con una sola componente bien definida de alta temperatura de desbloqueo (por arriba de los 530 °C) y/o campos destructivos medios altos (40-60 mT). Se obtuvieron los valores medios de las direcciones por cada sitio muestreado, así como los polos geomagnéticos virtuales (VGP) para poder comparar e integrar con los registros de variación secular contemporáneos.

GEOPAL-12 CARTEL

INTENSIDAD DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO PARA EL OCCIDENTE DE MESOAMÉRICA

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto¹, Oliveros Morales Arturo² y Aguilar Reyes Bertha

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, LIMNA

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, Morelia
jmorales@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados de una investigación arqueomagnética realizada en el sitio arqueológico de El Opeño, Michoacán -la estructura funeraria más temprana conocida del occidente de México- con el objetivo de determinar la intensidad del campo magnético antiguo prevaleciente en la parte occidental de México. Previamente a las determinaciones de arqueointensidad se realizaron análisis estándares de propiedades magnéticas y de magnetismo de rocas en 14 fragmentos de piezas arqueológicas del sitio, fechadas alrededor del siglo XVI a.C. La mayoría de las muestras estudiadas presentan una buena estabilidad térmica de la NRM, la cual en la mayoría de los casos está constituida por una sola componente con tendencia clara hacia el origen. Los valores promedio de arqueointensidad por fragmento obtenidos en este estudio varían entre (27.6 ± 5.7) μT a (38.7 ± 1.6) μT, con un valor medio del momento dipolar virtual de 7.8 ± 0.8 × 10²² Am², el cual es más bajo que el correspondiente al campo actual. Se identificaron 5 grupos principales de valores de intensidad, los cuales podrían ser asociados a diferentes períodos de fabricación dentro de la ocupación de EL Opeño, de acuerdo a los diversos períodos de uso sugeridos por la interpretación de laboratorio.

GEOPAL-13 CARTEL

INTENSIDAD MAGNÉTICA DE LOS FLUJOS 1955 Y 1960 DEL VOLCÁN KILAUEA

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto¹ y Zhao Xixi²

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, LIMNA

²Universidad de Santa Cruz, California, USA
jmorales@geofisica.unam.mx

Presentamos los resultados de un estudio de intensidad geomagnética de los flujos 1955 y 1960 del volcán Kilauea obtenidos mediante el método Thellier-Coe. Las muestras estudiadas fueron obtenidas de fragmentos de muestras de mano de estos flujos, los cuales fueron encapsulados en pastillas de sal con dimensiones semejantes a los especímenes paleomagnéticos. Estas fueron sometidas al procedimiento experimental de Thellier-Coe. Diez pasos de temperatura fueron distribuidos a lo largo del rango de temperaturas empleado (de temperatura ambiente a 570 °C). Asimismo se agregaron verificaciones de las magnetizaciones termoremanentes (pTRM checks) cada tercer paso de temperatura. El valor promedio de intensidad para la primera muestra de mano del flujo de 1960 obtenido en este estudio es de (36.3 ± 3.4) μT (N= 5), el cual concuerda con el valor instrumental reportado por el observatorio magnético de Honolulu (36.47 μT).

GEOPAL-14 CARTEL

DETERMINACIÓN DE DIRECCIONES DE FLUJO Y FUENTE DE LA IGIMBRITA EL CASTILLO, CAMPO VOLCÁNICO DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

Álvarez Quiñonez Miraldely¹, Caballero Miranda Cecilia², Alva Valdivia Luis², Morales Wendy³, Rodríguez Sergio^{3y4}, Royo Miguel¹, González José² y Tarango Behary¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

⁴Instituto de Geología, UNAM
valkyria@hotmail.com

Se presentan resultados preliminares basados en 5 sitios (115 especímenes, medidos en un KLY2 y analizados con estadística Jelinek) de un estudio de Anisotropía de Susceptibilidad Magnética (AMS) de la Ignimbrita El Castillo. Esta se encuentra aflorando en los alrededores de la ciudad de Xalapa y pertenece al Plioceno tardío (2.44 a 2.21 Ma). El objetivo es definir las direcciones de flujo y por ende la ubicación de la fuente, lo que es de gran valor vulcanológico. Dichas fuentes de emisión son difíciles de reconocer, debido principalmente a que se encuentran cubiertas por rocas más recientes del campo volcánico de Xalapa. Desde el punto de vista geológico se sugiere que la fuente puede estar asociada a una posible caldera no identificada y/o a un sistema de fracturas lineales asociadas a fallamiento. Hay identificados dos sistemas de fallas: uno presenta orientación NNE-SSW; y otro orientación NWW-SEE que corresponde con fallas normales visibles claramente. Los resultados de AMS sugieren a este último sistema de fallas como la posible fuente de la ignimbrita, en virtud a que se obtuvieron direcciones de flujo perpendiculares al mismo ya sea hacia el norte o el sur de estas fallas.

GEOPAL-15 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA PRIMERA CAMPAÑA DE GEOMAGNETISMO Y MAGNETOMETRÍA EN LAS ISLAS MARIAS, NAYARIT

Caccavari Garza Ana Luz¹ y Hernández Quintero Esteban²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
anavari@gmail.com

Como resultado de la campaña organizada por el Instituto de Geofísica de la UNAM, se realizó la campaña de Geomagnetismo y Magnetometría por primera vez en la historia de la Isla María Madre (Islas Marias) con el objetivo de conocer estos aspectos geofísicos importantes de la misma.

Con un área aproximada de 150 km² una enorme variedad de distintas rocas de diferentes orígenes (por ejemplo rocas volcánicas, sedimentarias con fósiles y granitos), le da un carácter desde el punto de vista Geomagnético y de magnetometría muy interesante.

Mediante el uso de varios magnetómetros (dos de precesión protónica o PPM, y un teodolito para la medida de Declinación e Inclinación magnéticas), se obtuvo información en la parte perimetral de la isla, así como en algunas partes más al interior.

Los datos adquiridos tienen tres principales aplicaciones, la actualización de mapas de navegación aérea y marítima, y el comportamiento del magnetismo dentro de la isla a través del tiempo (variación diurna del campo magnético terrestre). Durante este preciso periodo del paso cercano de una tormenta tropical (Andrés), es una oportunidad para reconocer como es que un fenómeno meteorológico de esta escala puede estar relacionado con las variaciones del campo magnético local.

La comparación de la variación diurna en la isla con los datos del Observatorio Magnético de Teoloyucan (a 750 km de distancia) y de la estación magnética en Coeneo, Michoacán (a 400 km de distancia), nos permite establecer una correlación espacial de apoyo en tres estaciones midiendo al mismo tiempo.

El tercer aspecto importante del magnetismo ha sido la elaboración del primer mapa de anomalías magnéticas de la isla. Este mapa presenta rasgos muy importantes para su evaluación posterior, dadas las amplitudes encontradas inusualmente altas.

GEOPAL-16 CARTEL

ANÁLISIS DE PROPIEDADES PEDOLÓGICAS Y MAGNÉTICAS DE VERTISOLES MODERNOS DEL GLACIS DE BUENAVISTA

Rivas Ortiz Jorge
Instituto de Geofísica, UNAM
jorger@geofisica.unam.mx

Los procesos pedogénicos son fuertemente dependientes de las condiciones ambientales que prevalecen durante el desarrollo del suelo, y son los responsables de controlar la evolución que puede alcanzar el suelo. Por eso se están realizando una serie de estudios en suelos modernos de origen volcánico, que conjuguen técnicas tanto de magnetismo de rocas como pedogénicas que permitan tener una mejor comprensión del suelo. Para ello, se está realizando el análisis de propiedades pedológicas y magnéticas en dos secciones de suelos: a) AHVT y b) SUNAC, las que se localizan dentro del pie de monte conocido como Glacis de Buenavista. Las secciones se han clasificado, de acuerdo con los criterios de la WRB, en su unidad pedogénica fundamental como Vertisoles. Los resultados obtenidos hasta el momento, señalan que a pesar de encontrarse bajo condiciones similares de precipitación y temperatura, es posible ver un desarrollo gradual en el desarrollo de los suelos. Los perfiles magnéticos, se caracterizan por ser consistentes y similares entre sí, además de presentar un ligero realce magnético superficial, que no se había observado en trabajos previos en secuencias de paleosuelos volcánicos que se encontraban en otra fase de evolución pedogenética. Las curvas de x vs T también se caracterizan por tener un comportamiento totalmente diferente al observado en trabajos previos, debido a que las curvas muestran un decaimiento desde el principio del análisis. Los resultados sugieren que la firma magnética de los suelos es producto de material alterado y transportado que se incorpora al suelo, y a los procesos pedogenéticos muy agresivos como son la expansión/contracción del suelo, eluviación/iluviación, oxidación/reducción del material dentro del perfil, y que en su conjunto, sugieren una fuerte tasa de erosión del suelo.

GEOPAL-17 CARTEL

GUACHIMONTONES DE TEUCHITLÁN, JALISCO. APORTACIONES ARQUEOMAGNÉTICAS A LA CRONOLOGÍA DEL OCCIDENTE PREHISPÁNICO DE MÉXICO. RESULTADOS PRELIMINARES

López Delgado Verónica¹, Martínez de Velasco Alejandro¹,
Soler Arechalde Ana María¹ y Aguilar Reyes Bertha²
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia
verola@gmail.com

El occidente prehispánico mexicano es una amplia área de Mesoamérica que durante muchos años sólo fue considerada por sus tumbas de tipo monumental, recientes investigaciones arqueológicas han mostrado su complejidad cultural.

El área de estudio se encuentra en las faldas del Volcán Tequila en el estado de Jalisco, México. Consta de varias estructuras monumentales de forma circular conocidas como Guachimontones. Algunos son edificios de mampostería, hechos con piedra y cemento de caliche y arcillas finas. La cronología de Teuchitlán corre desde 1500 a 100 aC en sus inicios, hasta 1250 dC en su etapa final.

En el mes de julio de 2004 se colectaron 9 muestras arqueomagnéticas en el sitio, correspondientes a las fases culturales Teuchitlán I y II. Un total de 51 especímenes de 4 estructuras fueron preparados en el laboratorio, sujetos a lavados magnéticos mediante campos alternos crecientes con un desmagnetizador Morlspin y medidos en un magnetómetro JR3. La mayoría de las muestras presentó una dirección arqueomagnética bien definida con poca dispersión (alfa 95 menor que 10) que se comparará con la Curva de Variación Secular Mesoamericana encontrando intersección para 5 muestras; de éstas se determinó dos fechamientos arqueomagnéticos que concuerdan con la cronología conocida. Estos resultados preliminares indican realizar nuevos muestreo y estudiar las propiedades magnéticas para caracterizar la magnetización portadora de las muestras.

GEOPAL-18 CARTEL

MONITOREO MAGNÉTICO DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS URBANOS DE LA CIUDAD DE MORELIA MICHOACÁN MÉXICO

Aguilar Reyes Bertha¹, Bautista Zúñiga Francisco², Gogichaishvili Avto¹ y Battu Julie³
¹Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia
²Laboratorio de Suelos y Agua, UNAM, Morelia
³Polytech Orléans, France
baguilar@geofisica.unam.mx

Se estudiaron 100 muestras de suelos urbanos de la ciudad de Morelia, Michoacán México, usando métodos magnéticos. El monitoreo magnético se ha utilizado en los últimos años como una alternativa más rápida y económica que los métodos químicos, para monitoreo de la contaminación en suelos urbanos. Se midió la susceptibilidad magnética (X) en alta y baja frecuencias con el fin de obtener el porcentaje de susceptibilidad magnética dependiente de la frecuencia ($\%X_{fd}$), cuyos valores indican contenido variable de granos superparamagnéticos (SP). A partir de las mediciones de Magnetización Remanente Isotérmica (MRI) se calcularon los parámetros S_{-200} y S_{-25} , los cuales se obtuvieron a partir de las magnetizaciones remanentes a -200 mT y -25 mT (MRI de campo reverso) normalizados en relación a los valores de saturación (MRI-200/MRIs y MRI-25/MRIs). Los valores obtenidos (S_{-200} : 0.8-1.0) indican que la mayoría de las muestras contienen minerales ferrimagnéticos como el principal portador de la señal magnética. Además, se analizó la correlación entre MRIs/ X con el contenido de metales pesados, principalmente plomo y zinc para los diferentes usos de suelo: equipamiento, habitacional, industrial, vialidades, mixto, áreas verdes y reservas ecológicas.

GEOPAL-19 CARTEL

MAGNETISMO PALEOAMBIENTAL DE LOS SEDIMENTOS DEL LAGO ZIRAHUÉN, MICHOACÁN

Vázquez Castro Gabriel¹ y Ortega Guerrero Beatriz²
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
gvazquez@geofisica.unam.mx

Los técnicas de magnetismo de rocas en los sedimentos del lago Zirahuén (centro de México) proveen información para la interpretación de condiciones paleoambientales para el Holoceno y Pleistoceno tardío. El lago Zirahuén se localiza en la porción centro-occidental de la Faja Volcánica Transmexicana ($19^{\circ} 26' N$, $101^{\circ} 45' W$, 2,075 msnm). Tiene un diámetro irregular entre 3 y 4 km, una área de 9.7 km², una profundidad máxima de 40 m y su origen se debe a la emisión de un flujo volcánico que tapó el drenaje local (volcán La Magueyera). El área presenta un clima templado subhúmedo con temperatura media anual de 16 °C y periodo de lluvias de junio a octubre. Zirahuén es un lago oligo-mesotrófico de tipo monomítico, con régimen de mezcla de diciembre a enero. Se perforaron cuatro núcleos entre 0.38 y 6.61 m de longitud, tres de ellos en la parte central profunda y uno en la zona norte, bajo un tirante de agua de ca. 12 m.

Los sedimentos se caracterizan por presentar alternancias de láminas y estratos con espesores desde algunos milímetros hasta 7 cm. La mayor parte de las facies sedimentarias reconocidas en el lago de Zirahuén consisten de oozes diatomáceos diferenciados por el color y el tipo de estratificación (masiva o laminada). La escala de tiempo ha sido establecida a partir de 20 fechamientos realizados por 14C, además del uso de dos tefras de edad conocida (Paricutin y Jorullo). La edad establecida para la base de la secuencia es de ca. 17,000 años AP (15,000 AC).

La susceptibilidad magnética ha sido una herramienta útil para la correlación de ambos sitios (norte y central). En general los parámetros dependientes de la concentración indican dos zonas con características contrastantes, la zona centro-inferior que presenta muy baja respuesta y la zona superior con gran variabilidad en las concentraciones de minerales magnéticos. La mayoría de los parámetros magnéticos medidos en la secuencia muestran esta separación en dos zonas principales, aunque es posible la identificación de otras tres zonas en la parte centro-inferior de la misma. Los análisis de susceptibilidad vs. alta temperatura muestran a la magnetita y/o Ti-magnetita como la principal fase magnética en la secuencia. Los datos de histéresis magnética indican la presencia de granos de dominio múltiple y algunos superparamagnéticos. Los cocientes S indican la presencia de una zona con minerales de alta coercitividad en la parte baja de la secuencia. Mediante algunos cocientes se han podido identificar algunos periodos de interés, como en el caso del cociente ARM/Mr que puede ser usado para interpretar entrada de material magnético fino a la cuenca, posiblemente en periodos relativamente cálidos. El Carbono Orgánico Total (TOC) muestra una variación inversa con respecto a la susceptibilidad magnética, lo cual podría indicar una relación directa entre el TOC y los sedimentos erosionados en la cuenca circundante. Con base en este estudio se ha podido encontrar algunas variaciones en las condiciones ambientales del lago a lo largo del tiempo.

GEOPAL-20 CARTEL

**ESTRATIGRAFÍA VOLCÁNICA Y ESTRUCTURA DEL
ESCUDO VOLCÁNICO BASÁLTICO DE ISLA SOCORRO,
DORSAL DE LOS MATEMÁTICOS, PLACA DEL PACÍFICO**

Escorza Reyes Marisol, Pavón Moreno Julio Alberto,
Pérez Cruz Ligia y Urrutia Fucugauchi Jaime

Instituto de Geofísica, UNAM
ig.marisol@gmail.com

Isla Socorro es la más grande del Archipiélago de Revillagigedo, un grupo de islas edificadas cerca de la intersección del segmento norte de la dorsal de los Matemáticos con la Fractura de Clarión. La actividad volcánica a lo largo de la dorsal cesó, y fue seguida de un periodo de reorganización de las placas principales y migración de dicha actividad hacia el extremo este de la Cordillera del Pacífico Este. Las superficies de la isla están dominadas por flujos de lava, domos y conos, de escoria y ceniza de composición predominantemente peralcalina. La estructura somera y la estratigrafía de Socorro son investigadas a través de los levantamientos magnetométricos llevados a cabo en el sector sureste de la isla, entre la costa y el volcán Evermann. Los perfiles prospectados atraviesan las estructuras principales en la isla, como son el borde de la porción de la caldera colapsada y la zona activa de Lomas Coloradas, compuesta de conos, domos y flujos de lava. El modelado directo 2.5 D arrojó resultados que muestran una estructura somera formada por flujos de traquita y flujos densos de basalto, emplazados en un basamento andesítico local que se encuentra debajo del nivel del mar. Las anomalías residuales marcan el borde de la caldera parcialmente colapsada y las estructuras someras que componen a la Formación de Lomas Coloradas. Así también, las mediciones magnéticas de laboratorio realizadas en muestras de roca recolectadas en la zona de estudio, son utilizadas para inferir los contrastes de susceptibilidad para el modelo; la susceptibilidad magnética y la magnetización han sido consideradas para el modelo inicial. Además, se ha obtenido de las muestras información de la magnetización remanente, la cual muestra un rango relativamente amplio de declinación e inclinación.

Sesión Regular

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA

Organizadores:

Arturo Gómez Tuena

Fernando Velasco

Raymundo G. Martínez Serrano

GEOQP-1

EVALUACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR MEDIO DE TÉCNICAS CONVENCIONALES Y MULTIVARIADAS: EJEMPLOS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Velasco Tapia Fernando y Navarro De León Ignacio
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
 velasco@fct.uanl.mx

La geoquímica de las aguas subterráneas depende de varios factores que incluyen el marco geológico, las condiciones climatológicas, el grado de intemperismo que experimenta la variedad litológica existente en la región (procesos de interacción agua-roca), los procesos de recarga y el ingreso de agua desde fuentes distintas. La evaluación hidrogeoquímica de estos sistemas se ha realizado, tradicionalmente, por medio del análisis de amplias bases de datos fisicoquímicos aplicando técnicas convencionales. Estas incluyen histogramas, diagramas de variación binarios y ternarios, diagramas semi-logarítmicos, etc. Sin embargo, estas herramientas se caracterizan por utilizar un número reducido de variables. Esta limitación ha sido superada por la incorporación de herramientas multivariadas, tal como el análisis de cluster. Este consiste en la distribución estadística y sistemática de una base de datos en pequeños grupos. La estructuración grupal se efectúa a partir de una matriz de similitud, permitiendo clasificar cualquier conjunto de determinaciones. La matriz de similitud se construye por medio de parámetros que relacionen las unidades, generalmente distancias o coeficientes de correlación. Los esquemas de análisis de cluster incluyen las siguientes etapas: (1) definición del problema a resolver, (2) establecimiento de las medidas de semejanza y de la distancia entre los objetos a clasificar en función del tipo de datos analizado, (3) análisis de los métodos de clasificación propuestos en la literatura, haciendo especial énfasis en los métodos jerárquicos aglomerativos, (4) determinación del número de grupos ó cluster existentes en la base de datos inicial, (5) interpretación de los resultados obtenidos y validez de la clasificación obtenida. El uso de software especializado (por ejemplo, STATISTICA for Windows®) permite realizar este análisis de forma automática. Durante el presente estudio se ha realizado una evaluación hidrogeoquímica de aguas subterráneas en dos cuencas hidroclógicas ubicadas en el estado de Nuevo León (NE de México). Métodos convencionales se aplicaron para llevar a cabo una evaluación hidrogeoquímica (mediante un balance iónico y diversos gráficos, que incluyeron diagramas de Piper, Schoeller-Berkaloff y bivariados). Además, una técnica multivariada (Análisis de Cluster Jerárquico), fue aplicada para establecer la distribución de las muestras en diferentes facies hidrogeoquímicas. La información fisicoquímica fue incorporada a un Sistema de Información Geográfica (GIS), con el fin de visualizar la variación espacial de los parámetros. La distribución de las facies hidrogeoquímicas observada en cada cuenca ha sido explicada considerando el modelo teórico general, propuesto por Toth (1999), de la evolución del agua subterránea para una cuenca regional de drenaje no confinado.

GEOQP-2

EFFECTOS DE MATRIZ EN EL ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN CARBONATOS POR ICPMS Y POSIBLES SOLUCIONES

Bernal Juan Pablo¹, Aliaga Campuzano Pilar², Lounejeva Elena¹ y Pérez Arvizú Ofelia³

¹Departamento de Geoquímica, Instituto de Geología, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM
 jpbernal@geologia.unam.mx

La espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICPMS) hasta la fecha es el método preferencial para el análisis simultáneo de todo el grupo de lantánidos. El uso de sistemas de nebulización y desolvatación acoplados al ICP aumenta la sensibilidad mínimo una orden de magnitud y mejora los límites instrumentales de detección (LD) de tierras raras (TR) hasta pg/L (ppq) a comparación con un sistema convencional con LD en ng/L (ppt) en solución acuosa. Sin embargo, los límites de detección del método (LDM) dependen fuertemente de la matriz de la muestra.

La matriz de los carbonatos se distingue por la dominancia de Ca y Ba y concentraciones de TR de orden de primeras ppt. Mientras el calcio pudiese producir efectos matriciales de ensanchamiento o supresión de la señal, los óxidos de bario son isóbaros de isótopos de europio y, por lo tanto, interfieren en el análisis de Eu.

En este trabajo presentamos las pruebas del análisis de TR en el equipo de ICPMS Agilent 7500 en el IGL, así como en el equipo de Thermo X-series II en el Centro de Geociencias, Juriquilla, UNAM, en el que se evaluaron las siguientes alternativas para resolver problemas de matriz en carbonatos:

A.Variaciones de sistema de introducción de muestra: 1) nebulizador microconcentrico con cámara de nebulización tipo Scott, 2) Nebulizador microconcentrico con un sistema de desolvatación (Apex Q) y 3) el mismo APEX pero unido a un sistema de desolvatación con membrana de teflón (SPIRO).

B.Uso de celda de reacción con adición de helio y/o hidrógeno.

C.Variaciones en la preconcentración de TR previa al análisis instrumental mediante: 1) co- precipitación de TR con Fe(OH)3 y 2) uso de resinas de intercambio iónico.

GEOQP-3

ESTUDIO DEL PROCEDIMIENTO ANALÍTICO PARA EL ANÁLISIS DE ESTRONCIO ISOTÓPICO EN MINERALES SULFATADOS

Antúnez Argüelles Mónica¹, Villanueva Estrada Ruth², Solís Pichardo Gabriela³, Villanueva González Pedro⁴, Canet Carles², Armienta Hernández María Aurora², Prol Ledesma Rosa María² y González Partida Eduardo⁵

¹Facultad de Química, UNAM

²Departamento de Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, UNAM

³Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, UNAM

⁵Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
 moni_mon_mo_m@yahoo.com.mx

La isotopía de estroncio es una técnica utilizada como trazador en el estudio de procesos geológicos y petrogenéticos, la cual consiste en medir a una roca o mineral, el ⁸⁷Sr radiogénico, producto del decaimiento de ⁸⁷Rb. Los minerales de barita, anhidrita, yeso y celestina contienen altas cantidades de estroncio, por ello se decidió implementar una técnica analítica para la extracción cuantitativa de estroncio en diferentes muestras del Estado de Coahuila y del Golfo de California a fin de conocer su origen. Sin embargo los minerales sulfatados, con cationes de Ca(II), Ba (II) y Sr(II) son insolubles o con solubilidades extremadamente bajas. Este factor hace imposible la cuantificación de estroncio, ya que se requiere disolver completamente la muestra para separar el estroncio y posteriormente medirlo en un espectrómetro de masas.

El método propuesto para disolver el estroncio consiste en un proceso de intercambio iónico del sulfato por el carbonato, poniendo en medio acuoso 10 partes de Na₂CO₃ por una parte del mineral. Con el objetivo de cuantificar el método de intercambio iónico, se proponen técnicas de la disolución del mineral sulfatado, tanto en medio ácido, empleando HCl, HClO₄ y HNO₃, como en medio básico, con Na₂EDTA en un amortiguador amoniacal de pH=10, para conocer la cantidad de estroncio original presente en el mineral.

GEOQP-4

GAMMA-RAY SPECTROSCOPY AND RADON MONITORING IN THE VOLCANO POPOCATEPETL, MEXICO

Villegas Cerrón Reyna¹, Yutis Vsevolod¹, Kotsarenko Anatoly², Grimalsky Vladimir³, Koshevaya Svetlana³, López Cruz Abeyro José², Pérez Enríquez Román², Valdés Gonzáles Carlos⁴, Krivosheya Konstantin¹ y Medina Pérez Luis Ivan³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

³Universidad Autónoma del Estado de Morelos

⁴Instituto de Geofísica, UNAM
 vyutis@hotmail.com

This work presents qualitative and quantitative evaluation of radioactivity in the area of the volcano Popocatepetl. Gamma-ray spectra were collected using the detector placed on the ground/rock surface. The study was carried out using GRS-500 Differential Gamma Ray Spectrometer/Scintillometer manufactured by Scintrex Limited, Canada. Gamma-ray spectroscopy was used with a scintillation of 124 cc NaI(Tl) detector. Energy windows were selected as tc1 (total count above 0.08 MeV), k (all gamma energies between 1.35 and 1.59 MeV), u (all gamma energies between 1.65 and 1.87 MeV) and t (all gamma energies between 2.45 and 2.79 MeV). These gamma ray energy ranges accommodate all naturally occurring radio isotopes, such as uranium-238 (²³⁸U), thorium-232 (²³²Th) and potassium-40 (⁴⁰K). The data were collected in 10 sec sample mode. The Dead Time correction was applied to observed data and once these data were collected, the result was stripped by applying stripping ratios to eliminate Compton scatter from higher energy photo peaks.

As a result equivalent element values were received for 32 points on the slope of Tlmacas Hill. The total counts of gamma ray energy ranged from 143 to 213 cps. Potassium concentration was ranged from 0.02% (reading point TL9) up to 0.81% (point TL13 in the central part of the slope); equivalent values for Uranium were ranged from 0.16 to 7.02 ppm; and the equivalent values for Thorium were calculated from 2.7 to 10.7 ppm. Our data shows a strong difference in the area between the Tlmacas Station and Paso de Cortes sites.

Analysis of the variation of the concentration of radon (noble gas with natural radioactivity) measured in the area of the volcano Popocatepetl is presented. Permanent observations were performed at different places (Tlmacas station, Paso de Cortes, and the referent site in Amecameca) during December 2007 - January 2009, data were collected by identical Radon Scout instruments (manufactured by SARAD company) with integration time 1 hour per sample.

GEOQP-5

EVIDENCIAS GEOQUÍMICAS Y DE ISÓTOPOS DE HF SOBRE EL ORIGEN DE LA SECUENCIA MESOZOICA DE LA SIERRA DE ZACATECAS

Escalona Alcázar Felipe de Jesús^{1,2}, Delgado Argote Luis A.², Velasco Tapia Fernando³, Nebel Oliver⁴ y García y Barragán Juan Carlos⁵

¹Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, Gobierno del Estado de Zacatecas

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁴Research School of Earth Sciences, The Australian National University

⁵Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
papiasca@yahoo.com

La Secuencia Mesozoica de la Sierra de Zacatecas (SMSZ), del Cretácico Temprano, está formada en la base por la Form. Zacatecas (FZ), compuesta principalmente por rocas sedimentarias clásticas interestratificadas con derrames de lava cuya abundancia aumenta hacia la parte superior. La cubre en contacto transicional el Complejo Volcanosedimentario Las Pilas (CVLP) que está formado por derrames de lava basáltica que tienen intercalados capas de wackas líticas y feldespáticas; además de estar cortados por diques, sills e intrusivos lacolíticos de composición diorítica.

Las rocas ígneas de la SMSZ tienen un patrón de tierras raras ligeras que varía de empobrecido, (La/Sm)_N = 0.8005 - 0.928, a ligeramente enriquecido (La/Sm)_N = 1.162 - 2.082, con pequeñas anomalías positivas de Eu/Eu* (1.041 - 1.302). Las tierras raras medias y pesadas tienen un patrón subhorizontal. La tendencia de las tierras raras es similar al de un manto tipo MORB o un arco de islas primitivo. En los diagramas multielementos normalizados a MORB las rocas ígneas tienen enriquecimiento en elementos litófilos de ión grande, con anomalía negativa de Nb-Ta, lo que sugiere que se formaron en un arco de islas. A partir del diagrama de discriminación tectónica Th-Nb-Ta para las rocas extrusivas y Nb-Y para las rocas intrusivas, se definió que el ambiente tectónico de formación de la SMSZ fue en un arco de islas. A partir de los cocientes Zr/Yb, Nb/Yb, La/Yb, Th/Nb, La/Nb, Th/Yb, Ta/Yb, Nb/Ta, Th/La y 176Hf/177Hf se definió que el tipo de manto del que derivaron los magmas de la SMSZ era tipo MORB heterogéneo que pudo recibir la contribución de la fusión parcial de sedimentos de la placa subducida.

El patrón de tierras raras de las rocas sedimentarias tiene enriquecimiento en las ligeras (La/Sm)_N = 1.7345 - 3.7524 con anomalía negativa de Eu/Eu* (0.6472 - 0.9291), similar a la del promedio de la corteza continental. A partir del análisis de cocientes de Th/Sc, Zr/Sc, Th/La, Th/Nb, La/Nb, 176Hf/177Hf y de #Hf final se definió que las rocas sedimentarias provienen principalmente de un continente y en menor proporción de material derivado de la erosión del arco de islas. La contribución continental también se observa en la distribución de edades del Paleozoico y Precámbrico de los zircones detríticos (288, 325, 445, 679 y 1020 Ma).

La SMSZ se formó en un arco de islas que recibía el aporte de sedimentos del continente y del arco. Las rocas ígneas derivaron de magmas basálticos de afinidad tholeiítica que derivaron de un manto tipo MORB heterogéneo.

GEOQP-6

AMBIENTES DE EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE LOS COMPLEJOS PLUTÓNICOS DEL MARGEN SW DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Delgado Argote Luis A., Peña Alonso Tomás A.,
Torres Carrillo Xochitl Gpe. y Avilez Serrano Porfirio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ldelgado@cicese.mx

En el extremo SW del Cinturón batolítico peninsular (CBP), comúnmente los complejos plutónicos máficos forman cuerpos concéntricos discretos o anidados. En una zona orientada NW de aproximadamente 80 km de largo y 10 de anchura, desde la costa Pacífico hacia el SE se estudian con diferente detalle seis complejos del borde SW del CBP: Punta Prieta (PP), Nuevo Rosarito-Sacrificio (NR-S), Unión-Salinito (U-S), Marmolito (MA), Mezquitil (MZ) y Rinconada (RIN). La zona se localiza al W de fronteras geológicas definidas para el CBP: línea magnetita/ilmenita y línea gabro/tonalita, y la amplia franja de depósitos tipo flysch. Dicha franja está entre terrenos con basamento oceánico (oeste), sobre el que se desarrolla el arco de islas Alisitos y con basamento continental (este), donde se emplazan típicamente los plutones ricos en aluminio tipo La Posta. Los intrusivos de los seis complejos grafican en el límite de las series tholeiítica y calcoalcalina. Los complejos que incluyen gabro y diorita son PP, NR-S, U-S y MZ; MA y RIN, más hacia el interior, son predominantemente tonalíticos. El diagrama Di-Ol-Q proyectado desde Plg sugiere que los complejos resultan de cristalización fraccionada. Donde hay rocas más máficas pueden observarse zonas amplias de mingling (NR, U-S, MZ), texturas miloníticas (PP, NR-S, U-S) y, notablemente, diques sinuosos félsicos en gabro-dioritas de NR-S, U-S y MZ, por migración de la fracción líquida residual (tonalítica hasta granítica) cuando el plutón alcanzó la cristalinidad crítica (fase cristalina > 70%). Se fecharon zircones (U-Pb) de los complejos plutónicos PP, NR, Me y RIN. Las edades son: 128.1 Ma en tonalita de PP (zircones detríticos en xenolito de arenisca tienen edades cercanas a 140 Ma); 108 Ma en tonalita de NR; 111.2 y 115 en tonalitas de Me; 102.4 y 113 Ma en una tonalita y una granodiorita, respectivamente, de RIN. Estructuralmente, en PP el flujo orientado en 290° se infiere de fracturas

verticales, diques, foliación magmática, y de planos de cizalla contemporáneas al emplazamiento. En NR las fracturas verticales, foliación magmática y cizallas en la roca encajonante milonitizada (metabrecha volcánica de 139.5 +/- 2 Ma), muestran una marcada orientación NNW. En los plutones de RIN las fracturas verticales, la foliación magmática y los diques, se orientan 300° y más del 80% de las fracturas horizontales promedian 294/21. Por más de 50 km la foliación por deformación en los complejos en la cresta y al sur y oeste de ella es 311/78.

Se propone que las discontinuidades donde ocurrió el emplazamiento plutónico principal del Cretácico Tardío corresponde a una cuenca trasarco Jurásico-Cretácico Temprano donde se depositaron las secuencias tipo flysch. Estos guardan una posición casi vertical que contrasta con la casi horizontal de la secuencia de Alisitos. La cuenca debió cerrarse antes del periodo de emplazamiento y la actitud estructural de la secuencia deformada se conservó en lo general según atestiguan techos colgantes donde se observa permeación magmática vertical.

GEOQP-7

ANÁLISIS PETROLÓGICO Y ESTRUCTURAL, DEL COMPLEJO PLUTÓNICO SAN JERÓNIMO EN EL SUR DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Torres Carrillo Xochitl Gpe., Delgado Argote Luis A. y Avilez Serrano Porfirio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
xtorres@cicese.mx

El Cinturón batolítico peninsular (CBP), principalmente Cretácico, se divide composicionalmente en dos regiones: la occidental caracterizada por plutones gabríticos a tonalíticos típicamente zonados y, la oriental, donde se emplazaron plutones más aluminicos. Al sur de la región occidental del CBP, en un área de 70 km², centrado en 28.26° y 28.38° aflora el complejo plutónico San Jerónimo. El tipo de roca dominante es de composición gabrítica y diorítica y en las zonas bordadas hacia el sur, rocas tonalíticas a granodioríticas más jóvenes (edad U/Pb de zircón de 111.2 ± 2.1 Ma).

Las rocas dioríticas, en la parte norte del plutón, son muy magnéticas y se caracterizan por la presencia de vetillas en arreglo de stockwork rellenas de hornblenda. La parte sur del cuerpo diorítico está cortado por diques de composición tonalítica, orientados E-W, con espesores entre 15 y 30 m. La foliación magmática promedio en la diorita es N30°E/81; las fracturas verticales normalmente rellenas por Hbl sigue dos direcciones casi ortogonales: N12°E/88 interpretadas como longitudinales y E-W/81 interpretadas como fracturas cruzadas. Los diques tonalíticos son paralelos al grupo E-W. En la zona del contacto entre diorita y tonalita existe una zona de mezcla donde, además, se observa la penetración de tonalita en fracturas de diorita. La tonalita es ligeramente magnética, tiene una foliación magmática N78°W/85 y está cortada por diques compuestos principalmente por magnetita>plagioclasa>cuarzo>apatita cuyos espesores varían de 5 a 10 m. A partir de análisis de rayos X, es notable la ausencia de Ti en los óxidos que forman los diques. Los diques están comúnmente cizallados y tienden a ser paralelos a las fracturas verticales de la tonalita, cuya orientación es S47°W/88 (fracturas cruzadas). Al SE de este cuerpo se observan pantallas dioríticas con foliación horizontal. El contacto entre la tonalita y la granodiorita es no es muy claro pues es gradual. La granodiorita es menos magnética y los patrones de flujo promedian S87°E/83. Los minerales máficos en las rocas gabríticas y dioríticas son Opx+Cpx+Hbl, en la tonalita domina la Hb+Bt y, en la granodiorita el mineral máfico principal es Bt; los óxidos de Fe, principalmente magnetita anhedral, están en todos los tipos de roca.

Con base a las características petrológicas y estructurales, se infiere que existió un periodo de segregación magmática en una etapa temprana del emplazamiento de diorita, donde se separa por inmiscibilidad líquida una fracción de óxidos de Fe (magnetita) del resto del fundido, y que el posterior emplazamiento del cuerpo tonalítico propició el emplazamiento forzado de los cuerpos de magnetita, los cuales grabaron la cizalla debida al empuje lateral hacia el sur y hacia arriba por empuje durante el emplazamiento de la tonalita. Tomando en cuenta las variaciones composicionales y las direcciones de las foliaciones magmáticas se interpreta que el desarrollo del complejo inicia con el emplazamiento del cuerpo diorítico y que evoluciona composicionalmente hasta granodiorita hacia el sur.

GEOQP-8

ESTUDIO PETROGRÁFICO Y GEOQUÍMICO DEL INTRUSIVO "EL PEÑUELO", NORESTE DE MÉXICO

González Guzmán Rene¹, Velasco Tapia Fernando¹,
Chávez Cabello Gabriel¹ y Valencia Moreno Martín²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
cidgeo@gmail.com

El intrusivo "El Peñuelo" (IEP) se encuentra ubicado en la intersección entre el extremo E del denominado Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro (CICO), con una orientación ~E-W, y la extensión al N de la falla Taxco-San Miguel de Allende, con una orientación ~N-S. El IEP (Cretácico Superior-Terciario) presenta características de lacolito y está constituido por tres centros de emplazamiento. De forma esporádica, presenta una aureola de exo-skarn, cuyo protolito es la secuencia

calcáreo-arcillosa de la Formación Indidura (Turoniano). El análisis petrográfico de las rocas intrusivas reveló arreglos mineralógicos de plagioclasa + feldespato alcalino + cuarzo + anfíbol + biotita + ortopiroxeno + clinopiroxeno + óxidos de Fe-Ti, sin evidencia de alteración. A partir de relaciones de campo, constituyentes minerales y rasgos texturales, se identificaron las siguientes litologías: (1) cuarzomonzodiorita, (2) cuarzomonzonita, (3) leuco-cuarzosienita microcristalina y (4) leuco-cuarzosienita porfídica. Adicionalmente, se presentan diques máficos constituidos de (5) meso-sienita porfídica y diques aplíticos constituidos de (6) cuarzo-sienita de feldespato alcalino. Adicionalmente, las rocas cuarzoeseníticas incluyen enclaves autolíticos de (7) monzodiorita y representan el volumen principal del intrusivo expuesto. Las rocas del IEP presentan una composición química de gabro calci-alcálico a granito alcalino y muestran características de granitoides cordilleranos. Presentan además patrones de lantánidos fraccionados [(La/Yb)N = 6–11] sin anomalías de Eu. En diagramas multi-elementos, normalizados a manto primordial, las rocas muestran patrones enriquecidos en elementos litófilos (LILE) con respecto a los de campo electrostático fuerte (HFSE) y presentan anomalías negativas de Nb-Ta y Ti. La heterogeneidad mineralógica y geoquímica del intrusivo "El Peñuelo" no identifica a éste como producto de una sola fuente o un solo proceso. El origen de los granitoides máficos podría explicarse por medio de la fusión parcial del manto superior y/o la corteza inferior seguida, durante su ascenso y emplazamiento, por la segregación de minerales máficos. El ascenso de este magma máfico podría dar lugar a: (a) la anatexis de la corteza inferior generando cuarzo sienitas y (b) a la generación de granitoides intermedios a félsicos por medio de un proceso acoplado de cristalización fraccionada y asimilación de corteza.

GEOQP-9

ESTRATIGRAFÍA Y GEOCRONOLOGÍA DEL VOLCANISMO LARAMÍDICO EN SONORA CENTRAL

González León Carlos M.¹, Valencia Víctor A.² y Ochoa Landín Lucas³¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM²University of Arizona, Tucson³Departamento de Geología, Universidad de Sonora
cmgleon@unam.mx

La secuencia volcánica y volcanosedimentaria del Cretácico Tardío-Paleoceno que aflora en la parte norte central de Sonora tiene un espesor cercano a los 3 km y es el componente volcánico del arco laramídico en esa región. Cartografía geológica a escala 1:50,000 y varias secciones estratigráficas medidas en las Hojas Arizpe, Banámichi, Aconchi y Santa Ana indican que regionalmente la sucesión descansa discordantemente sobre un basamento deformado que va del Proterozoico al Cretácico medio (pre 90 Ma) y su sección más completa aflora en la parte oriental de la Hoja Banámichi. La parte inferior de dicha secuencia la constituye un nivel volcanoclástico de hasta 250 m de espesor formado por conglomerado, arenisca, limolita y caliza lacustre localmente intercalada. Un nivel con capas de toba ignimbritica que lo sobrepone alcanza 600 m de espesor y varias muestras de su parte inferior han sido fechadas U-Pb en 75 Ma. En las cartas Banámichi y Santa Ana, a esta secuencia la sobrepone un nivel de hasta 600 m de espesor que está dominado por derrames y toba riolítica con intercalaciones de andesitas y volcanoclásticos andesíticos, pero más hacia el norte, en la carta Arizpe, este nivel está ocupado principalmente por volcanosedimentos, andesitas y en menor proporción riolitas. De Arizpe y hasta Cananea, esa secuencia andesítica y volcanosedimentaria ha sido fechada por otros autores con edades cercanas a 74 Ma y en la región de Cananea, Taliaferro (1933) le asignó el nombre de Formación Mesa. La Formación Mesa se interdigita a su vez con el Grupo Cabullona que aflora hacia la región de Agua Prieta. La parte más superior de la secuencia volcánica laramídica en la Hoja Banámichi está dominada por volcanismo riolítico ignimbritico (fechamiento U-Pb en proceso) y después está sobreyada discordantemente por volcanismo bimodal del Oligoceno Tardío (~25 Ma) que forma la base de la Formación Báucarit. Hacia el sur de la Hoja Banámichi, dentro de la Hoja Aconchi, el volcanismo de la parte media de la sucesión es de carácter dacítico-riolítico (fechamientos en proceso) mientras que su parte inferior está cortada por un intrusivo granodiorítico de ~ 57 Ma. Datos geoquímicos preliminares de ésta secuencia en el cuadrángulo estudiado, muestran su carácter principalmente riolítico, altamente calcoalcalino rico en K, con un patrón de fuerte enriquecimiento en LREE y anomalía de Eu.

GEOQP-10

CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE DOMOS RIOLÍTICOS Y SU ASOCIACIÓN A LA TECTÓNICA EXTENSIVA DURANTE EL OIGOCENO TEMPRANO: EJEMPLO EN LA PORCIÓN SE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Aguillón Robles Alfredo¹, Tristan González Margarita¹, Aguirre Díaz Gerardo² y Bellon Hervé³¹Instituto de Geología, UASLP²Centro de Geociencias, UNAM³Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale
aaguillonr@uaslp.mx

En la porción SE de la Provincial Volcánica de la Sierra Madre Occidental en la continuación al sur de la Provincia de Cuencas y Sierras de México, se localizan

varios complejos de domos de composición traquidacítica a riolítica. Estos domos fueron emplazados entre los 33 a 28 Ma. Sobreyacen rocas vulcano-sedimentarias del Cretácico temprano pertenecientes al Terreno Guerrero y subyacen a rocas volcánicas del Oligoceno a Mioceno medio. La mayoría de las lavas que formaron estos domos fueron precedidas por erupciones piroclásticas menores. Los domos se encuentran alineados a lo largo del sistema de fallas regionales, asociados a la tectónica extensiva ocurrida durante el Terciario medio, indicando que el fallamiento controló la emisión de las lavas félsicas. Dos rasgos de distribución son evidentes, el primero presenta alineamientos con una orientación ENE-WSW y el segundo con una alineación NNE, que están relacionados a dos direcciones de extensión, una E-W y otra NNW-SSE, desarrollada entre el Eoceno y Oligoceno.

Los magmas félsico que dieron origen a los domos se generaron a partir de fusión parcial de la base de la corteza continental. Estos magmas ascendieron relativamente rápido en forma de diapiros y diques durante eventos de máxima extensión en el Oligoceno. Contrario a hipótesis previas, nuestras evidencias sugieren que estos magmas félsicos no se acumularon en cámaras magmáticas someras o niveles medio sino que viajaron directamente a niveles superiores de la corteza, de manera similar a magmas máficos que ascienden para formar campos volcánicos monogenéticos. Considerando que la corteza continental era relativamente delgada en esta región (30-33 km), se propone que un episodio extensional intenso favoreció el ascenso directo a la superficie de los magmas félsicos, con pequeñas interacciones con las paredes de los conductos alimentadores, formando las cadenas de domos estudiados. Los datos geoquímicos favorecen el modelo, ya que muestran un ligero enriquecimiento en Nb y Th. En los patrones de REE muestra una firma casi horizontal o cóncava que indican un enriquecimiento de fluidos provenientes del manto litosférico fértil generado durante la fusión parcial de la base de la corteza continental. En base a los datos obtenidos, se infiere un ambiente tectónico intraplaca para estas rocas. Las texturas de las rocas indican que algunos cristales se fraccionaron durante el ascenso, procesos que no modificaron substancialmente el magma original, pero que causando una diferenciación de traquita a riolita rica en sílice. El emplazamiento de los domos ocurrió en tres eventos, iniciándose con domos traquiandesíticos alrededor de 33-32 Ma a domos traquiandesíticos-riolíticos entre 32-31 Ma, finalizando con domos de composición riolítica entre 31 a 28 Ma.

GEOQP-11

LA SIERRA DE MIL CUMBRES: GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DEL VOLCANISMO INICIAL DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Orozco Esquivel María Teresa¹, Ferrari Luca¹ y López Martínez Margarita²¹Centro de Geociencias, UNAM²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
torozco@geociencias.unam.mx

Se ha propuesto que la actividad de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) inició en el Mioceno temprano en una posición cercana al frente volcánico actual, desde donde migró a posiciones más lejanas a la trinchera en respuesta a la disminución en el ángulo de subducción. Dicha migración habría culminado con el emplazamiento de rocas de tipo adakítico en la posición más septentrional del arco durante el Mioceno tardío (volcanes La Joya, Palo Huérano, Zamorano, Cerro Grande). A diferencia de estos volcanes que han sido ampliamente estudiados, las características del volcanismo del Mioceno temprano siguen siendo escasamente conocidas. En este sentido, los extensos afloramientos de rocas volcánicas antiguas de la Sierra de Mil Cumbres, localizada en el frente volcánico actual, ofrecen la oportunidad de obtener más información acerca del volcanismo inicial de la FVTM.

En esta región, los primeros productos volcánicos que pueden relacionarse con la FVTM constituyen una unidad de tobas e ignimbritas félsicas de varios cientos de metros que afloran al sur de Morelia (Puerto La Sosa, La Escalera, Mesa Tzitzio) y para la cual hemos obtenido tres edades Ar-Ar entre 22.4 y 21.7 Ma. Para las ignimbritas de la Mesa Tzitzio se había reportado una edad de K-Ar del Oligoceno (33.4 Ma; Pasquaré et al., 1991), sin embargo los nuevos fechamientos aunados a observaciones de campo indican que las rocas de las tres localidades pertenecen a una misma unidad. El cuerpo principal de la Sierra de Mil Cumbres está formado por lavas y domos andesíticos, así como extensos depósitos volcanoclásticos de lahares y brechas volcánicas; para estas rocas se obtuvieron tres edades en un estrecho rango de 16.6 a 16.3 Ma. Finalmente, para el volcán Atécuaro, localizado al sur de Morelia y de composición andesítica, se obtuvo preliminarmente una edad de 14.7 Ma. El rango de edades obtenido y la litología son similares a los reportados para otras áreas más orientales que se consideran parte del volcanismo inicial de la FVTM: Sierra de Anganguo (Capra et al., 1996), rocas del subsuelo de la Cd. de México y la Fm. Tepoztlán (22.8–16 Ma; García-Palomo et al., 2000; Ferrari et al., 2003; Lehnardt, 2009).

Las lavas de Mil Cumbres tienen un rango de composición restringido y clasifican como andesitas (59.4–62.6 % SiO₂), a diferencia de las rocas del subsuelo de la Cd. de México y la Fm. Tepoztlán donde la composición varía de andesita basáltica a andesita (55.0–60.51 % SiO₂). Sin embargo, los contenidos de Tierras Raras y otros elementos incompatibles en rocas de estas tres áreas son muy similares indicando un origen común. La firma de arco presente en las rocas se relaciona con la contribución de fluidos de la placa subducida, con la probable participación de fundidos de sedimentos subducidos o contaminación cortical, pero no hay evidencia de la participación de fundidos de la placa, ya que las rocas no muestran las

características de rocas adakíticas (e.g., alto Gd/Yb, Sr/Y) que han sido reportadas para las rocas predominantemente dacíticas de los volcanes del Mioceno tardío.

GEOQP-12

IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE MEZCLA DE MAGMAS Y ASIMILACIÓN CORTICAL EN LAVAS DEL COMPLEJO VOLCÁNICO TLÁLOC-TELAPÓN, SIERRA NEVADA, FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA

Martínez Serrano Raymundo G.¹, García Tovar Gloria Patricia¹, Valadez Cabrera Sac-Nicté¹, Juárez López Karla¹ y Solís Pichardo Gabriela²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM
rms@geofisica.unam.mx

En la porción norte de la Sierra Nevada se localiza el Complejo Volcánico Tláloc-Telapón (CVTT). Esta Sierra forma el límite entre las cuencas de México y de Puebla, dentro de las porciones central-oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. El CVTT está compuesto por tres secuencias litológicas principales: Una secuencia basal compuesta por lavas de composición andesítica-dacítica; una secuencia intermedia que cubre las cimas del Tláloc y Telapón, de composición dacítica con características de vitrófido, y finalmente una secuencia más reciente compuesta por depósitos piroclásticos de composición dacítica-riolita emplazados en los flancos del complejo. De acuerdo con fechamientos de K-Ar y de radiocarbono realizados recientemente, las edades de estas unidades varían entre los 1.8 y 0.038 Ma. Estas edades son similares a las determinadas en otras secuencias de los complejos volcánicos Iztaccihuatl y Popocatepetl indicando fenómenos magmáticos contemporáneos a lo largo de la Sierra.

En las secuencias basales e intermedias de lavas fueron identificados procesos de cristalización fraccionada y mezcla de magmas con diferente intensidad (mezclas completas o incompletas de tipo "magma-mingling"), gracias a la caracterización petrográfica y cristal-química de fenocristales de feldespatos, anfíboles, piroxenos y micas presentes en las lavas. Adicionalmente, los patrones geoquímicos de elementos mayores y traza que presentan muestras de lava, piroclastos y enclaves ígneos presentes en las lavas permiten confirmar la existencia de estos procesos magmáticos. La mezcla de magmas no es exclusiva del CVTT, ya que también se ha identificado en rocas del Popocatepetl e Iztaccihuatl. Por lo tanto, son fenómenos normalmente existentes en estratovolcanes donde la entrada de magma basáltico profundo hacia una cámara magmática relativamente somera y más diferenciada permite producir dichas mezclas con diferente intensidad.

Por otro lado, relaciones isotópicas de Sr y Nd obtenidas de lavas, productos piroclásticos y enclaves ígneos, permitieron establecer una correlación entre los valores isotópicos y la composición litológica de cada secuencia del CVTT. Las andesitas presentan valores de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y ϵ_{Nd} de 0.7040 a 0.7044 y +1.79 a +2.69, respectivamente; las dacitas con valores de SiO_2 entre 63 y 68% en peso, muestran rangos isotópicos de 0.7042 a 0.7046 y +0.98 a +2.36, respectivamente; mientras que dacitas-riolitas (SiO_2 superior a 68% en peso) tienen valores isotópicos para los mismos elementos de 0.7043 a 0.7052 y de -1.27 a +1.17, respectivamente. Análisis isotópicos de enclaves ígneos basálticos y andesítico-basálticos presentan relaciones isotópicas menos radiogénicas ($87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.7038$ a 0.7039 y $\epsilon_{\text{Nd}} = 3.39$ a 4.86). Estas variaciones isotópicas indican la existencia de procesos de asimilación moderada de una corteza continental antigua por magmas calcoalcalinos asociados a procesos de subducción. De hecho, las lavas del CVTT son las más radiogénicas en Sr y Nd en comparación con rocas del Popocatepetl e Iztaccihuatl, indicando un incremento de este fenómeno hacia el norte de la Sierra Nevada.

GEOQP-13

EDAD Y GEOQUÍMICA DE LAS UNIDADES METAMÓRFICAS DE BAJO GRADO DEL COMPLEJO ACATLÁN EN EL ÁREA DE OLINALÁ, GRO.

Ortega Obregón Carlos¹, Keppie Duncan¹ y Murphy Brendan²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Department of Earth Sciences, Saint Francis Xavier University
carlo45@gmail.com

En el área de Olinalá (N del Estado de Guerrero) afloran rocas metamórficas de alto y bajo grado metamórfico del Complejo Acatlán, separadas por fallas verticales y sub verticales laterales(?) con rumbo general NW-SE. Las unidades de bajo grado de metamorfismo (sub esquistos verdes) fueron separadas en la Unidad Zumpango y la Unidad Progreso. La Unidad Zumpango consiste en general de secuencias interstratificadas de metapelitas y metapsamitas y localmente con importantes espesores de rocas metavolcánicas félsicas. Esta Unidad presenta al menos dos fases de deformación. La edad de los zircones detríticos más jóvenes de dos muestras de ceniza volcánica de esta unidad es 348.1 ± 3.4 y 327.2 ± 3.2 Ma. Esta edad coincidente con la de muscovitas detríticas (edad Ar-Ar de 338 ± 2 Ma) se considera como la edad máxima de depósito. La edad mínima no está constreñida por datos geocronológicos. Sin embargo la presencia del clivaje penetrativo en esta unidad y ausente en la Formación Olinalá, sugiere una edad mínima pre Pérmico Medio.

Se reconocieron dos bloques de la Unidad Progreso dentro del área (Progreso y Naranjo) que consisten en general de metapelitas y cuarcitas con al menos 4 fases de deformación intrusivas por diques máficos y con basaltos almohadillados interstratificados. La naturaleza de los sedimentos así como su composición química sugiere que fueron derivados de rocas antiguas de composición félsica al igual que los de la Unidad Zumpango. La composición química e isotópica de los diques y basaltos dentro de esta unidad sugieren como fuente un manto muy empobrecido (con valores de ϵ_{Nd} positivos mayores a los de Manto Empobrecido) de tipo N-MORB afectada muy poco por contaminación de la corteza. La edad más joven en zircones detríticos de muestras del bloque "Progreso" y "El Naranjo" es de 964 ± 9 Ma y 400 ± 1 Ma respectivamente. La concentración de edades en el bloque "Progreso" (entre ~900 y ~1300 Ma) sugiere que fue una cuenca restringida donde el principal aporte fue de rocas Meso Proterozoicas (posiblemente el Complejo Oaxaqueño). La edad de muscovitas metamórficas en este bloque (335 ± 2 Ma) constriñe la edad de depósito. El bloque del Naranjo tuvo aporte de rocas más jóvenes, probablemente de las unidades magmáticas Ordovícicas del Complejo Acatlán.

Las edades, composición química y evolución de estas unidades de bajo grado sugiere una evolución diferente para estas unidades metasedimentarias y por tanto una posición estratigráfica diferente a la previamente considerada.

GEOQP-14

ESTUDIO PETROLÓGICO DEL GRUPO CONSUELO (SENSU JIMÉNEZ RENTERÍA) EN LA LOCALIDAD DE ROSARIO NUEVO, MUNICIPIO DE TEZOATLÁN, OAXACA

De Anda García Miguel Alejandro y Rueda Gaxiola Jaime

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN, Ticomán
mdeandag0200@ipn.mx

La secuencia jurásica del Anticlinalorio de Tlaxiaco, aflorante en Tezoatlán, Oax. se ha estudiado estratigráfica-, paleontológica-, palinológica-, paleobotánica- y paleomagnéticamente desde 1882.

En 2004, Jiménez Rentería, J. propuso cambios a los grupos Consuelo (formaciones Rosario y Conglomerado Cualac) y Tecocoyunca (formaciones Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucufuti) propuestos por Erben (1956), sitúa al Conglomerado Cualac como base del Grupo Tecocoyunca y cambia su nombre a Cuarcítica Cualac, por tanto, el Grupo Consuelo queda constituido por las formaciones Rosario y Conglomerado Prieto; ésta última propuesta como cambio lateral de facies de la Formación Rosario.

El Grupo Consuelo era considerado como continental porque presenta macrofósiles vegetales y capas de carbón; sin embargo, Jiménez Rentería, J., reportó palinomorfos marinos en algunos niveles del Conglomerado Prieto que sugerían una influencia marina.

La aplicación del método arquitectónico de facies fluviales (Miall, A. D., 1985) en esta tesis, permitió describir, muestrear e interpretar sedimentológicamente 3 secciones del Grupo Consuelo que muestran cambios verticales y laterales en: carbonatación, granulometría, mineralogía, espesores y textura de los conglomerados, indicando cambios en el medio sedimentario de depósito. El estudio petrográfico de las muestras seleccionadas, indican variaciones en los diferentes tipos de los componentes mineralógicos y la aparición y desaparición de otros asociados a un medio estuario y marino somero, permitiendo confirmar, ampliar y precisar lo obtenido a partir de los datos de campo. Los cambios sedimentológicos, indican procesos regresivos y transgresivos, que permitieron que el valle de una corriente anastomosada, con un sistema lateral de abanicos aluviales (Formación Conglomerado Prieto), fuera invadido gradualmente por el mar formando un estuario.

En la secuencia del Grupo Consuelo se pueden observar tres petrozonas con características bien definidas: la Petrozona A, corresponde a la parte baja del Grupo Consuelo y tiene una predominancia fluvial con escasa influencia marina. La Petrozona B (parte media del Grupo Consuelo) es predominantemente estuarina y presenta escasos intervalos fluviales, marinos someros y costeros. La parte alta del Grupo Consuelo (Petrozona C) es predominantemente fluvial, pero el sistema de abanicos aluviales laterales era mucho más activo.

La aplicación de los criterios tectónicos expuestos por Schumm, S. A. et al. 2002 y los criterios tectono-sedimentarios expuestos por Dickinson W. R. y Suczek, C. A. (1979), permitió conocer que el Grupo Consuelo se depositó en un semigraben asociado a un proceso de "rifting" incipiente, que permitió la extrusión de material lávico intermedio (Unidad Diquiyú) que proveía material detrítico volcánico a la cuenca por la parte E-SE. Había otra fuente de aporte de tipo metamórfico, localizada al S de la cuenca, identificada como un orógeno reciclado que fue levantado por colisión continental. Gradualmente comenzó a hacerse más importante otra fuente metamórfica, posiblemente localizada al NE de la cuenca, que posteriormente permitió el depósito de la Formación Cuarcítica Cualac.

GEOQP-15

PIXE, FLUORESCENCIA VISIBLE INDUCIDA POR LUZ UV, EDS, DRX Y SEM EN LA CARACTERIZACIÓN DE TEJIDO BLANDO FÓSIL DEL CRETÁCICO TARDÍO (CENOMANIANO) DE COAHUILA, MÉXICO

Riquelme Alcántara Francisco¹, Ruvalcaba Sil José Luis², Alvarado Ortega Jesús¹, Aguilar Franco Manuel², Linares Carlos³, Hornelas Orozco Yolanda⁴, Espinoza Matías Silvia⁵ y Porras Múzquiz Hector⁶

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Física, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁵Facultad de Ciencias, UNAM

⁶Museo Histórico de Múzquiz

riquelme.fc@gmail.com

Análisis combinado de espectrometría PIXE (Particle Induced X-ray Emission), VFI-UVLight (Visible Fluorescence Induced by UV-Light), EDS (Energy Dispersive Spectrometer), DRX (X-ray Diffraction) y SEM (Scanning Electron Microscopy) en tejido blando de peces cretácicos Pachirrhynchodontiformes (Cenomaniano) provenientes de la Cantera Pilotes, Múzquiz, Coahuila, revela la presencia de tejido muscular, tracto digestivo y células microbianas excepcionalmente preservadas por actividad de minerales autigénicos tales como biopatita y calcita.

La preservación excepcional de tejido blando representa una importante fuente de fosilización microbiana, este proceso ocurre usualmente por litificación. En el presente trabajo de investigación se encontró que las fibras musculares y las células de hongos y bacterias fueron remplazadas por minerales fosfatizados, presentes en una textura reconocible de cristales diminutos y los cuales son responsables de la preservación de la morfología del tejido y las células microbianas. Adicionalmente, los resultados del análisis composicional revelan elevadas concentraciones de fósforo, calcio, sílice, hierro e importantes trazas de manganeso, cobre, estroncio, zinc, aluminio, potasio, itrio y arsénico. De este modo, se sugiere aquí que tales elementos tienen una función en los procesos de fosilización excepcional de tejido blando y pueden ser usados como fingerprints fósiles. Dado que estos ocupan posiciones intersticiales en la matriz mineral y por diferencias en su radio iónico forman con la materia orgánica estructuras moleculares de mayor tamaño y termodinámicamente más estables que soportan la alteración diagenética.

Estos trabajos iniciales de Tafonomía molecular en afloramientos fósiles de la región Noroeste de Múzquiz, Coahuila, permiten identificar éstas como localidades Konservat-Lagerstätten o depósitos de conservación fósil excepcional, las cuales son consideradas en la evolución de los ambientes del planeta y que pueden caracterizar hasta biotas completas.

GEOQP-16

INDICES DE INTEMPERISMO. EJEMPLO DEL LAGO-CRATER SANTA MARÍA DEL ORO, NAYARIT, MEXICO

Zarate Del Valle Pedro F.¹ y Israde Alcántara Isabel²

¹Universidad de Guadalajara

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
zavp.pvaz@gmail.com

La hidrólisis, en regiones con clima húmedo, es el principal proceso químico durante la intemperización de los silicatos de una roca cuyo resultado es la desagregación física de las mismas, las cuales están formadas por feldespatos, cuarzo, micas, minerales máficos así como por vidrio volcánico, óxidos y carbonatos. Sin embargo, la ecuación final de intemperismo puede considerarse como un intercambio, dentro de la estructura mineral, de iones de Na(+), Ca(++), Mg(++), y K(+) por iones H(+) con pérdida y retención de iones de Si(4+). La intemperización de rocas y minerales es el punto de partida en la formación de suelos y sedimentos. Por ello, los índices de intemperismo (iln) son útiles para cuantificar ya sea en sedimentos o suelos, el grado de agotamiento de los componentes móviles respecto de los componentes inmóviles. Entre los componentes inmóviles se encuentran SiO₂ y Al₂O₃, mientras que los componentes móviles pueden ser: por un lado, los componentes alcalinos (Na₂O, K₂O) y por el otro, los alcalinos térreos (CaO, MgO). La correcta interpretación de los iln arroja significados importantes tanto paleoclimáticos como paleoambientales.

EL lago de Santa María del Oro (SMO) es un lago-cráter localizado a 750m snm en el límite entre las provincias geológicas Faja Volcánica transmexicana y Sierra Madre Occidental. La litología de la cuenca propia del lago-cráter de SMO consiste principalmente de igníbritas oligo-miocénicas, sin embargo, la edad de formación del mar es cuaternaria. El tamaño promedio de partícula de los sedimentos someros de SMO son limos y arcillas. La productividad (diatomeas, ostrácodos, esponjas, etc.) de este lago en ciertos niveles es importante. El contenido de "óxidos mayores" y de "elementos traza" fue determinado por medio de fluorescencia de rayos X (n=20), cada dos cm, en los primeros 40 cm de un núcleo tipo "bentos" colectado, en el depocentro, a 60 m de profundidad. El análisis elemental (n=30) ha permitido evaluar el contenido de carbono elemental cuyo contenido promedio es como sigue: inorgánico (TIC= 2.42%), orgánico (TOC= 3.70%) y total (TC= 6.12%).

Los índices calculados en sedimentos de SMO son: tamaño de partícula (SiO₂/Al₂O₃), CIA (chemical Index of alteration = ([Al₂O₃]/([Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O])x100), procedencia (Al₂O₃/TiO₂), RM (resistant index of maturity = [SiO₂/Na₂O+K₂O+CaO+MgO]) y madurez (M = [K₂O+(Al₂O₃/K₂O)+Na₂O]). Se discute el significado paleoambiental de los iln analizados dentro del contexto regional del occidente de México.

GEOQP-17

MAGMATISMO, HIDROTHERMALISMO Y METALOGÉNESIS DE LOS PÓRFIDOS DE COBRE: UN MODELO PARA LOS DEPÓSITOS DE SONORA, NOROESTE DE MÉXICO

Valencia Moreno Martín¹ y Ochoa Landín Lucas²

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Departamento de Geología, Universidad de Sonora
valencia@geologia.unam.mx

De acuerdo con las evidencias geoquímicas e isotópicas, los intrusivos asociados a la mineralización de tipo pórfido cuprífero en Sonora corresponden a pequeños pulsos de magma generados durante el enfriamiento de plutones laramídicos emplazados a mayor profundidad. Experimentalmente se ha demostrado que la cristalización de minerales anhidros genera la exsolución de fluidos hipersalinos y vapor, durante una etapa conocida como "segunda ebullición", en la cual el Cu se comporta de una manera extraordinariamente compatible. A medida que la cristalización avanza, el magma asciende en forma de columna hasta alcanzar niveles muy someros de la corteza (1-3 km). Durante el ascenso, los fluidos liberados ricos en Cu se expanden y se concentran debajo del techo del caparazón solidificado. Luego, la presión de los mismos fractura el caparazón produciendo una nueva etapa de exsolución hidrotermal a baja presión, denominada "primera ebullición", durante la cual los fluidos liberados tienen menor capacidad para concentrar Cu, forzando la precipitación del mismo en forma de sulfuros. En el caso de Sonora, el fracturamiento hidráulico controló la mineralización de sulfuros a través de importantes estructuras brechoides y sistemas de stockworks, desarrolladas entre el caparazón y la roca huésped. Este fenómeno parece haber estado ligado a un régimen tectónico que focalizó las intrusiones sub-volcánicas, lo cual explicaría los marcados lineamientos observados en los principales sistemas de pórfido de cobre de Sonora. En el caso del Cu, se considera que un magma calcoalcalino típico producido en una zona de subducción de tipo andino contiene el metal suficiente para producir un pórfido de cobre de grandes dimensiones. Estudios en inclusiones fluidas del pórfido argentino Bajo La Alumbra revelaron que durante la segunda ebullición, el Cu aumenta dramáticamente su concentración de ~0.001% hasta ~10% en inclusiones de líquido hipersalino. Las inclusiones de vapor fueron menos importantes en este experimento (~4.5%); sin embargo, se ha demostrado que en presencia de azufre esta fase resulta igualmente hábil para transportar Cu. Los resultados de las inclusiones atrapadas durante la primera ebullición muestran que el Cu es mucho más incompatible en el fluido (<1%), lo cual sugiere el inicio de la formación del depósito. Estudios microtermométricos existentes permiten inferir que esta historia hidrotermal puede ser aplicable a los pórfidos de cobre de Sonora. En el caso de los depósitos de mayor tamaño, como Cananea y La Caridad, la concentración de Cu debió resultar de una recarga constante de líquido a las cámaras magmáticas, para asegurar un sistema con una relativa larga vida. Sin embargo, un factor determinante en la importancia económica de estos depósitos es la reconcentración de Cu mediante la actividad de aguas meteóricas que alteró la mineralización primaria, descomponiendo los sulfuros y re-precipitando el Cu en ricos mantos de calcosita y otros sulfuros secundarios.

GEOQP-18

PARAGENESIS, CHEMICAL PB AGES, AND PB ISOTOPIC ANALYSIS OF URANIUM MINERALS FROM EL NOPAL I URANIUM DEPOSIT, CHIHUAHUA, MEXICO

Saucedo Alba y Fayek Mostafa

University of Manitoba

ablazulge@yahoo.es

Uranium deposits can be used as natural analogues for the disposal of HLW to assess the processes that can affect HLW in a subsurface repository over geologic time periods. The Nopal I Uranium Deposit serves as a natural analogue for the proposed High Level Waste Repository (HLW) at Yucca Mountain because they share similar geology and climate. The Nopal I deposit is located in the Sierra de Pena Blanca, Uranium District. This district consists of Cretaceous limestone that is overlain by Eocene volcanic and volcanoclastic rocks. The Nopal rhyolite (~44 Ma) hosts most of the uranium occurrences throughout the district. At the Nopal I deposit, uranium is bounded by a set of fractures and faults. Within the deposit there are several alteration zones that are characterized by uranium mineral assemblages. Petrographic observations show that the uranium mineral paragenesis from earliest to latest is: euhedral uraninite (UO₂), ianthinite [U(UO₂)₅(OH) • 3H₂O], schoepite (UO₃ • 2H₂O) and dehydrated schoepite (UO₃ • nH₂O), uranophane Ca(UO₂)₂Si₂O₇ • 6H₂O, colloform uraninite (UO₂), soddyite [(UO₂)₂SiO₄ • 2H₂O] and granular uraninite (UO₂). Uraninite and alteration uranium minerals generally occur in the center of the deposit where as uranophane mainly occurs along the

margins of the deposit and uraninite and other alteration uranium minerals are absent.

Chemical Pb ages from the three textural uraninites reveal that euhedral and granular uraninites have the oldest dates ranging from 9.3 to 611 Ma. The oldest ages were obtained from the euhedral uraninites (133 and 611 Ma). Colloform uraninites have a wide range of ages from 0 to 40 Ma. Uranium oxide hydrate and uranyl silicate minerals give chemical Pb ages ranging from 0 to 129 Ma. These ages are comparable to chemical Pb ages obtained by Pearcey et al. (1994). However, many of these ages are greater than the age of the host rhyolite (44 Ma). Therefore, chemical Pb ages from the Nopal I uranium deposit are not reliable. Lead isotopic analysis of the uranium minerals from the Nopal I deposit show that there is significant common Pb in these minerals. Euhedral uraninites have the lowest $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios (~ 7.2), which corresponds to the highest common Pb contents and the oldest chemical Pb ages. In contrast, other forms of uraninite (e.g., colloform) and the uranyl minerals have variable and much higher $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios (0-336), which suggest that they contain a mixture of both radiogenic and common Pb and consequently a large range in chemical Pb ages (0-129). Therefore, to obtain an accurate age of mineralization for the Nopal I uranium deposits, U-Th-Pb isotopic analysis is required.

GEOQP-19 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA DE INTRUSIONES MÚLTIPLES EN EL BATOLITO LARÁMIDE DE SONORA: ÁREA PUERTA DEL SOL, SONORA CENTRAL, MÉXICO

González Becuar Elizard¹ y Valencia Víctor A.²

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²University of Arizona, Tucson
elizardhc@me.com

El batolito de Sonora (90 a 40 Ma) está formado por un cinturón intrusivo que, junto con un volcanismo contemporáneo, forman el llamado arco magmático Larámide en el noroeste de México. En el área de Puerta del Sol (Centro de Sonora), afloran diversos plutones que forman parte de este batolito. El plutón más antiguo corresponde al granito Puerta del Sol, que tiene una composición calcalcalina, variando de granitos a granodioritas de biotita y hornblenda, con una edad de U/Pb en zircones de 49.1 ± 0.8 Ma. Cortando al anterior, se encuentra un monzogabro de cuarzo, llamado Garambullo que produjo un enjambre de diques de composición gabrítica con dirección casi E-W. Un tercer plutón corresponde al granito Oquimonis, el cual se refiere a un granito leucocrático peraluminoso de dos micas, fechado por U/Pb en zircones, en 41.8 ± 0.7 Ma. Este último produce un enjambre de diques aplíticos y pegmatíticos con dirección N-S que cortan a los cuerpos anteriores. Por su composición y relaciones de campo, el granito Puerta del Sol y el monzogabro Garambullo se pueden correlacionar con el batolito El Jaralito, mientras que el granito Oquimonis se correlaciona con el batolito de Aconchi; ambos situados unos kilómetros al Norte de nuestra área. Sin embargo, las edades son contrastantes ya que los batolitos El Jaralito y Aconchi han sido fechados por otros autores en 57-51 Ma y 36 Ma, respectivamente. Las nuevas edades aquí reportadas sugieren que el batolito de Sonora corresponde a un cinturón intrusivo complejo de larga vida y a la vez construye el período de pasaje en esta región, de un magmatismo de carácter calcalcalino a uno de tipo peraluminoso. Trabajos de campo, petrográficos y geoquímicos actualmente en curso, permitirán aportar pronto mayor información sobre el origen de dicho magmatismo.

GEOQP-20 CARTEL

EDADES MODELO HF (TDM) EN ZIRCONES MAGMÁTICOS CALCULADAS EN UNO Y O DOS PASOS: UN EJEMPLO DE ESTUDIO DE ZIRCONES DE ROCAS PÉRMICAS EN EL NW DE SONORA

Arvizu Gutiérrez Harim Elmer y Iriando Alexander
Centro de Geociencias, UNAM
harimarvizu@geociencias.unam.mx

Las edades modelo son comúnmente usadas para estimar el tiempo de separación de un magma de un reservorio de referencia, es decir, el manto empobrecido (DM) o el reservorio condritico (CHUR). Idealmente, las edades modelo de Nd en roca total marcan el tiempo de separación de un magma del reservorio del manto empobrecido. Para la mayoría de las rocas, estas edades modelo principalmente proporcionan edades de residencia corticales promedio, ya que las mismas rocas consisten de materiales de diversas fuentes con edades de extracción mantélica diferentes (Arndt y Goldstein, 1987). Por otro lado, las edades modelo Hf en roca total proporcionan edades modelo promedio similares. En contraste, la información isotópica deducida de un solo mineral de edad conocida puede ser usada para calcular una edad modelo Hf en uno y dos pasos. Los análisis isotópicos de Lu-Hf combinados con determinaciones de edades U-Pb en zircones pueden ser usados para calcular tales edades modelo (Nebel-Jacobsen et al., 2005). Las edades modelo de Hf (TDM) en un paso ("single-stage model ages"), las cuales son calculadas usando la relación $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ medida del zircón, proporcionan solo una edad mínima para la fuente del magma del cual el zircón ha cristalizado. Por lo tanto, también se calculan, para cada zircón, "edades modelo corticales" (edades modelo en dos pasos), las cuales asumen que la fuente del magma fue producida a partir de la fusión de una corteza continental de diferentes

características (félsica, intermedia o máfica), pero, que originalmente fue derivada del manto empobrecido. Las edades modelo Hf (TDMC) en dos pasos ("two-stage model ages") son calculadas para la roca fuente del magma asumiendo valores de $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf} = 0.010$ de una corteza félsica promedio (Amelin et al., 1999), $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf} = 0.015$ de una corteza intermedia promedio (Griffin et al., 2002) y, por último, $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf} = 0.022$ de una corteza máfica promedio (Vervoort y Patchett, 1996). Usando una relación Lu/Hf alta, típica de una corteza máfica, se obtiene una edad modelo Hf máxima, mientras que los cálculos asumiendo un tipo de fuente félsica de fusión proporciona edades modelo Hf mínimas. Por lo tanto, la edad modelo de Hf estimada para un zircón depende fuertemente de los parámetros de la fuente usados para el cálculo, es decir, la relación Lu/Hf que es usada para calcular la evolución isotópica de Hf del reservorio del zircón, desde el tiempo de la separación del manto empobrecido al tiempo de la formación del zircón.

Un estudio de este tipo fue realizado en zircones de rocas plutónicas pérmicas (~ 275 -258 Ma; U-Pb en zircones) de la Sierra Pinta en el NW de Sonora obteniendo edades modelo Hf (TDM) en un paso de 1.85–1.25 Ga. Por su parte, las edades modelo Hf (TDM) calculadas en dos pasos asumiendo una relación Lu/Hf baja (corteza félsica), consideradas como edades modelo mínimas, alcanzan rangos de 2.40–1.60 Ga, mientras que las edades modelo Hf (TDM) calculadas usando una relación Lu/Hf alta (corteza máfica) y consideradas como edades modelo máximas proporcionan valores más altos entre 3.90–2.50 Ga.

GEOQP-21 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO, MINERALÓGICO Y GEOQUÍMICO DEL CUERPO INTRUSIVO ROCAMONTES, NORESTE DE MÉXICO

De la Garza Grimaldo Miguel¹, Jasso Saldaña Josué Joao¹, Delgado García Samuel¹, Morales Acosta Gerardo¹, González Guzmán René¹, Chávez Cabello Gabriel¹, Velasco Tapia Fernando¹ y Valencia Moreno Martín²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
mg284@hotmail.com

El intrusivo Rocamontes se ubica en el Este del denominado Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro, en los límites de los estados de Coahuila y Zacatecas. Este intrusivo se compone de dos centros de emplazamiento, con amplia variedad litológica, que incluye monzonita, cuarzoesienita y monzogranito, siendo las dos últimas unidades las volumétricamente más importantes. El cuerpo intrusivo se encuentra encajonado en una secuencia marina calcárea y clástica del Cretácico, depositada en el Mar Mexicano, y que constituye parte de la Sierra El Astillero. Las relaciones de contacto con las rocas encajonantes sugieren que el emplazamiento ocurrió después del desarrollo de pliegues y fallas regionales, relacionados con la orogenia Laramide. Localmente, la parte Oeste de la estructura sugiere un emplazamiento forzado, que generó rotación de estructuras pre-existentes y el levantamiento vertical de la secuencia en el núcleo del anticlinal El Astillero. Posteriormente, hacia el Este se emplazó la unidad monzogranítica, generando una estructura lacolítica clásica tipo "árbol de Navidad". Esta fue posiblemente alimentada a través de una falla sepultada que controló el desarrollo de un pliegue por propagación de falla que configura la Sierra El Astillero. La cartografía geológica a detalle y las secciones geológico-estructurales revelaron una secuencia de emplazamiento en donde la monzonita representa la intrusión más antigua, seguida por la cuarzoesienita y el monzogranito. A fin de establecer el origen del magmatismo de Rocamontes, se colectaron 40 muestras que cubren la litología del intrusivo. Estas muestras fueron analizadas petrográficamente y, posteriormente, en 35 de ellas se determinaron elementos mayores y traza. En general, las rocas presentan texturas hipidiomórficas y granulares, con arreglos mineralógicos constituidos por plagioclasa, feldespato alcalino, cuarzo, anfibol, biotita, ortopiroxeno, clinopiroxeno y óxidos de Fe-Ti. La geoquímica de las rocas intrusivas de Rocamontes es comparable a la de granitoides cordilleranos, cuyo origen se encuentra asociado a arcos continentales, por lo que su origen estaría ligado al proceso de subducción de la Placa Farallón.

GEOQP-22 CARTEL

ESTUDIO PETROLÓGICO DE LA FORMACIÓN SAN FELIPE EN EL FRENTE TECTÓNICO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL EN EL ÁREA DE RANCHO VIEJO Y LA PALMA, LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Navarro Gutiérrez Nelson Renato¹, González Luján Angela Paola¹, Casanova Delgado José Alfredo¹, Chávez Cabello Gabriel¹, Velasco Tapia Fernando¹, Navarro De León Ignacio¹, Izaguirre Pompa Aldo² y Iriando Alexander²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM
nelsonrenato@hotmail.com

En el área de Rancho Viejo y La Palma, al SW de Linares, N.L., aflora un perfil completo de la Formación San Felipe, una unidad sedimentaria marina del Cretácico Superior (Coniaciano-Santoniano?). Esta unidad se ha definido como una secuencia calcárea con intercalaciones de calizas silicificadas y lutitas, depositadas en un ambiente de talud inferior. La unidad incluye además una serie de horizontes limolíticos verdes (espesor: 3-30 cm), siendo el objeto de estudio de este trabajo.

El área forma parte del frente tectónico de la Sierra Madre Oriental, donde se observa intenso fallamiento y plegamiento apretado. Se llevó a cabo una cartografía geológica a fin de determinar las relaciones estratigráficas y estructurales. Se determinó que afloran rocas que cubren el intervalo estratigráfico desde la Formación Taraises (Cretácico Inferior) hasta la Formación Méndez (Cretácico Superior). Esta última unidad sobreyace de manera concordante y transicional a la Formación San Felipe. Se realizó una sección geológica estructural para definir las relaciones de contacto entre las unidades en el frente de deformación y definir la estructura general en el frente deformado. A partir de esta información se determinó realizar un muestreo litológico a fin de llevar a cabo un estudio petrológico de la Formación San Felipe en el flanco trasero del anticlinal frontal, en donde se presentó con menor deformación y mejor grado de conservación el paquete sedimentario. Se colectaron diecisiete muestras de horizontes siliciclásticos, especialmente las limolitas verdes, para su estudio petrográfico y geoquímico. Las características mineralógicas y químicas de los horizontes limolíticos verdes son comparables a las de acumulaciones de cenizas volcánicas alteradas. Estos estratos incluyen fragmentos de cuarzo, feldespato, plagioclasa, biotita y zircón dentro de una matriz vítreo-arcillosa. Diagramas de variación, que involucran elementos mayores y/o traza, indican que la mayor parte de las limolitas verdes podría provenir de una fuente ígnea félsica, aunque la química de algunas rocas indica una asociación con magmas intermedios. Diagramas de discriminación sugieren que los sedimentos se originaron en un ambiente de arco continental. Para complementar la caracterización de estos horizontes se realizó la separación de circones para determinar la edad U-Pb, así como aportar información acerca del origen de dichos horizontes en el NE de México. Las relaciones de elementos inmóviles de las cenizas alteradas son, en general, comparables a las observadas en el vulcanismo de la costa W de Canadá y EEUU.

GEOQP-23 CARTEL

ROCAS VERDES DE LA SIERRA DE CATORCE, S. L. P.: FASE INICIAL DEL VOLCANISMO DEL ARCO DEL JURÁSICO TEMPRANO EN LA MARGEN PALEOPACÍFICA DE MÉXICO

Rodríguez Hernández Sergio Edgardo¹, Barboza
Gudiño José Rafael² y Zavala Monsivais Aurora³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Instituto de Geología, UASLP

³Posgrado en Geociencias, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
s2mtoditos@hotmail.com

La Sierra de Catorce se caracteriza por ser uno de los lugares en donde afloran algunas de las unidades más antiguas reconocidas en la Mesa Central de México, así como también, una de las secuencias mas completas del Mesozoico en México. Es por eso que de ella se han realizado una gran cantidad de trabajos tratando de explicar su evolución geológica, sin embargo, debido a su complicada estratigrafía y estructura, continua siendo fuente de diversas interpretaciones.

El presente estudio pretende detallar una serie de cuerpos de "rocas verdes" tanto concordantes, como sus posibles equivalentes en forma de diques alimentadores, que se encuentran asociados a la sucesión de capas siliciclásticas de facies marginales a marinas someras del Jurásico Inferior. Esta sucesión volcano-sedimentaria sobreyace a capas marinas del Triásico Superior (Formación Zacatecas) y es sobreyacida o se interdigita en la base de una sucesión de rocas volcánicas subaéreas y horizontes epiclásticos del Jurásico Inferior a Medio (Formación Nazas). Ha sido definida de manera informal como "capas Cerro El Mazo" y aflora en el Cañón General al poniente de Real de Catorce, así como en algunos otros cañones de la misma Sierra, en donde no ha sido aún estudiada en detalle.

Intrusionando a la unidad Liásica antes mencionada se encuentran una serie de diques de composición andesítica-basáltica, así como cuerpos concordantes de lavas cuya extrusión, a juzgar por su relación con las capas de lutitas, limolitas y litarenitas, ha sido contemporánea de la sedimentación.

Las rocas verdes se encuentran alteradas (esplitizadas), sin embargo sus patrones texturales y estructurales han sido conservados con lo cual se ha podido realizar una buena descripción y clasificación petrográfica. Los rasgos mineralógicos más notables son la presencia de microcristales de plagioclasa, un alto contenido de clorita fibrosa y calcita en forma de parches o rellenado amígdalas, mineralogía típica de las rocas esplitizadas.

Por su geoquímica las rocas clasifican como andesitas, andesitas-basálticas y basaltos. Los diagramas de discriminación de ambientes tectonomagmáticos muestran que el emplazamiento de estas rocas se dio dentro de un ambiente de arco volcánico, con lo cual asumimos que esta fue una de las fases mas tempranas del vulcanismo del arco continental del Jurásico temprano para esta zona, que estaba situada en la margen paleopacífica de México.

GEOQP-24 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA, GEOQUÍMICA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VULCANISMO EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ

Aguillón Robles Alfredo¹, Tristan González Margarito¹, Barboza Gudiño José Rafael¹, López Doncel Rubén¹, Torres Hernández José Ramón¹, Bellón Hervé² y Alvarado González Gisela³

¹Instituto de Geología, UASLP

²Institute Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale

³Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
aaguillonr@uaslp.mx

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP), se localiza en la porción sur-oriental de la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental y está formado principalmente por una secuencia de lavas y flujos piroclásticos con edades que van desde el Eoceno medio al Oligoceno, al cual se han sobrepuesto eventos intraplaca del Mioceno-Cuaternario. En general, el CVSLP tuvo cinco etapas principales de vulcanismo. La primera etapa estuvo restringida al Eoceno medio y consistió en la emisión de lavas andesíticas con afinidad calcalcalina. La segunda etapa fue la más voluminosa y sucedió en el período entre 32 y 28 Ma, que consistió principalmente de derrames de lavas que formaron domos de composición riódacítica y riolitas muy diferenciadas, la emisión de estas lavas fue por lo general presidida por actividad piroclástica de volumen menor de composición riolítica con contenido alto de sílice, que en su patrón de REE, se observa una anomalía negativa de Eu ligera a muy marcada. La tercera etapa es un vulcanismo félsico intermitente que sucedió entre los 28-25 Ma y originó erupciones piroclásticas (riolita Panalillo). La expulsión de la riolita Panalillo fue a través de fallas normales, formadas durante la etapa de extensión más intensa entre los 28-26 Ma. La expulsión de la riolita Panalillo en algunos complejos estuvo acompañada de basaltos intraplaca, lo cual interpreta como actividad bimodal, mostrando sus elementos de tierras raras un patrón característico casi paralelo. La cuarta etapa de vulcanismo ocurrió entre los 23-21 Ma con erupciones fisurales esporádicas de basaltos intraplaca, lo cual ocurrió principalmente en la parte sur y sur-poniente de la Sierra de San Miguelito, mostrando características químicas de vulcanismo alcalino; la última etapa, se asocia a un vulcanismo intraplaca que se trasladó durante el Cuaternario sobre algunos de los complejos volcánicos que conforman el CVSLP. Algunos de estos centros eruptivos generaron rocas de composición basanítica y ocurren en forma de conos cineríticos, derrames de lava y volcanes de explosión tipo xalapazos o "maars".

El vulcanismo del Campo Volcánico de San Luis Potosí está compuesto por una diversidad magmática y multiepisódica, ampliamente asociada a los eventos de la tectónica extensiva de la porción central de México originada principalmente durante el Oligoceno.

Los complejos volcánicos principales que conforman el Campo Volcánico de San Luis Potosí, presentan ciertas diferencias entre sí, pero son correlacionables por sus características petrológicas, además de existir también una concordancia de estas variaciones con las diferentes edades isotópicas.

GEOQP-25 CARTEL

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA DEL ARCO VOLCÁNICO CHIAPANECO PORCIÓN NORTE, CHIAPAS MÉXICO

Carrera Muñoz Mariela y Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
cmmariela1983@hotmail.com

Por primera vez se presenta la cartografía y la descripción de las características petrológicas y geoquímicas de los domos volcánicos El Calvario (con un área de 1.7km²), Tapalapa (su área es de 1.52 km²), La Danta (área de 1.15 km²), El Ocotal (con área de 3.73 km²), La Bandera (área de 1.36 km²), Bandera 2 (área de 0.14 km²) y San Miguel (0.71 km² de área), localizados en la porción noroeste del estado de Chiapas, entre los poblados de Tapalapa, Pantepec, y Ocotepec (93°13' - 93°00' O; 17°20' - 17°05' N). Estas estructuras conforman la parte norte del Arco Volcánico Chiapaneco, entre el Complejo de Doms Tzontehuitz y el volcán Chichonal.

Las rocas pertenecientes a los domos volcánicos del AVC de la Porción Norte, presentan textura porfídica constituidos por plagioclasas (3mm) con forma subhedral, zoneamiento oscilatorio, macla tipo Carlsbad, con inclusiones de óxidos (con un contenido en anortita de An₄₅-An₇₆) > anfíboles (3mm) de forma anhedral, en ocasiones se observan como fantasmas y algunos cristales presentan bordes de reacción de óxidos > piroxenos (Wo₄₃-72-45 En₄₀-98-41 Fs₁₃-42-14.70), del tamaño de 1mm con forma subhedral. Los fenocristales se encuentran inmersos en una matriz constituida por microlitos y vidrio (de 67 a 73% de SiO₂)

Las rocas de los domos y los bloques juveniles de los depósitos volcánicos son traquiandesitas (57-62 %p. SiO₂; 5.5-7%p. Na₂O+K₂O), pertenecen al campo de la serie subalcalina de tipo calcoalcalino con contenido de potasio alto.

Con estas estructuras se concluye que el Arco Volcánico se encuentra constituido por los domos volcánicos desde Venustiano Carranza hasta el Volcán Chichonal y que el contenido en potasio aumenta hacia el noroeste, conforme nos adentramos más al continente.

GEOQP-26 CARTEL

EVOLUCIÓN MAGMÁTICA DEL ESTRATOVOLCÁN TELAPÓN, SIERRA NEVADA, MÉXICO: EVIDENCIAS GEOLOGICAS, GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS

García Tovar Gloria Patricia, Martínez Serrano Raymundo G. y Solís Pichardo Gabriela
Universidad Nacional Autónoma de México
 tovar302@yahoo.com.mx

La Sierra Nevada, México, alberga dos de los principales volcanes más estudiados del Cuaternario, localizados en la porción sur de esta sierra, en contraste con esto, la porción norte conformada por el complejo volcánico Tláloc-Telapón carece de información. En este resumen se concentran los trabajos realizados al Estratovolcán Telapón (EVT), donde se presentan los datos geológicos, geoquímicos e isotópicos los cuales permitieron la proposición de un mapa geológico. Se identificó la existencia de por lo menos 15 unidades de lava y diversos depósitos piroclásticos, los cuales se emplazaron entre ~0.7 y 0.274 Ma, para las unidades de lava y <0.274 Ma para los depósitos piroclásticos. Las unidades de lava basales muestran una composición andesítica predominante, mientras que las unidades de las cumbres y los depósitos piroclásticos finales presentan una composición de dacita a riolita. Una característica de las unidades basales es la presencia de enclaves de composición andesita/basáltica.

El comportamiento de los elementos mayores y elementos traza de los productos volcánicos del EVT indican que pertenecen a la serie calcoalcalina con potasio medio. También se determinó un enriquecimiento de elementos litófilos de radio iónico grande (LILE: Cs, Rb, Sr, Ba, K) y el Pb, con respecto a los elementos de alto potencial de ionización (HFS: Nb, Ta). Este comportamiento es característico de magmas asociados a procesos de subducción en arcos volcánicos, en los que los elementos LILE son aportados por la deshidratación de la placa en subducción, hacia un manto empobrecido que sufrió fusión parcial y generó magmas primarios.

En los patrones de los elementos de tierras raras existen un enriquecimiento de las tierras raras ligeras con respecto a las tierras raras pesadas confirmando el ambiente tectónico convergente ya señalado.

Las relaciones isotópicas de estroncio y neodimio muestran variaciones con respecto a la composición litológica del EVT. Así se tiene que las andesitas presentan valores de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y $\#Nd$ de 0.7040 a 0.7044 y +1.79 a +2.69, respectivamente; las dacitas (SiO_2 entre 63 y 68% en peso) muestran rangos de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y $\#Nd$ de 0.7042 a 0.7046 y +0.98 a +2.36, respectivamente; y las dacitas-riolitas (SiO_2 superior a 68% en peso) tienen rangos de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y $\#Nd$ de 0.7043 a 0.7052 y de -1.27 a +1.17, respectivamente. Tres enclaves ígneos presentan relaciones isotópicas menos radiogénicas ($87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.7038$ a 0.7039 y $\#Nd = 3.39$ a 4.86). Estas variaciones isotópicas indican la existencia de procesos de asimilación moderada de una corteza continental antigua. Se encontró que el comportamiento geoquímico de las lavas del EVT, puede ser explicado por un modelo de asimilación – cristalización fraccionada (AFC) en el que se utilizó las relaciones isotópicas de Sr y sus concentraciones. Se propuso como miembro inicial un magma primitivo de composición similar a los enclaves ígneos encontrados en lavas del EVT y un miembro final de composición similar a un xenolito cortical antiguo. Este modelo permitió inferir procesos predominantes de cristalización fraccionada y una moderada asimilación cortical. Se propone también la existencia de fenómenos de mezcla de magmas en cámaras magmáticas emplazadas en la corteza superior.

GEOQP-27 CARTEL

COMPORTAMIENTO DE BORO EN LOS SISTEMAS HIDROTHERMALES DE ALTA TEMPERATURA; EJEMPLO DE LOS HUMEROS Y LOS AZUFRES, MÉXICO

Bernard Romero Rubén y Taran Yuri
Instituto de Geofísica, UNAM
 rbernard@geofisica.unam.mx

La mayoría de los sistemas hidrotermales en áreas volcánicas han demostrado tener una relación constante de Cl y B en la matriz del fluido hidrotermal. La dilución de los fluidos hidrotermales por agua meteórica (Cl-, B-libre) y ebullición (evaporación) no afecta la relación Cl/B. Se reconoce que ambos Cl y B en fluidos de sistemas hidrotermales de áreas volcánicas son derivados de fluidos magmáticos. La gran mayoría de condensados de vapor volcánico de alta temperatura tienen relaciones Cl/B cercanas a las encontradas en fluidos de sistemas hidrotermales de altas temperaturas. Normalmente la relación en peso de Cl/B esta en un rango de 10-40. Sin embargo, hay un número limitado de sistemas hidrotermales con una alta, a ser muy alta concentración de boro y con una relación Cl/B <10. Por ejemplo, el sistema geotermal de Ngawa en Nueva Zelanda tiene arriba de 1000 ppm de B y ~1400 ppm de Cl en el agua mas concentrada, no diluida.

Dos sistemas hidrotermales de alta temperatura del Cinturón Volcánico Mexicano, Los Azufres y Los Humeros son caracterizados por muy altas concentraciones de boro, hasta 700 y 1900 ppm en el agua separada, respectivamente. En los fluidos de Los Azufres la relación Cl/B ~ 12 no depende de la dilución, ni de la pérdida o ganancia de vapor. El comportamiento de boro en los fluidos de Los Humeros es sumamente insólito: Cl/B en el agua separada varía irregularmente de 0.1 a 2.0, sin cualquier correlación entre Cl

y B. El boro en los fluidos de Los Humeros y Los Azufres tiene un origen magmático, esto es comprobado por la composición isotópica de boro (-1.7‰ < $\delta^{11}\text{B}$ < +0.3‰ para Los Humeros y ~-8‰ para Los Azufres). Las primeras determinaciones de B en núcleos y cortes de los pozos de Los Humeros revelaron altas concentraciones sin la correlación con la profundidad. Sugerimos que el comportamiento de boro en Los Humeros está asociado con un estado complejo termodinámico y de fases del fluido en el acuífero y probablemente con la interacción magmática-hidrotermal-sedimentaria responsable de la presencia de fluidos ácidos con las condiciones específicas de distribución de especies entre el agua y el vapor.

GEOQP-28 CARTEL

MODELO TERMODINÁMICO DE FLUIDOS CONSIDERANDO LOS GASES NOBLES A PRESIONES Y TEMPERATURAS ELEVADAS

Tinoco Michel Jorge¹, González Partida Eduardo², Suárez Arriaga Mario César³ y Pérez Renee⁴

¹Centro de Geociencias, UNAM

²CGEO, UNAM

³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

⁴Universidad de Calgary, Calgary, Alberta, Canadá

jatm79@gmail.com

En este trabajo propone un modelo teórico para el cálculo del equilibrio químico de fases entre gases nobles y salmuera. Este modelo es aplicable completamente a sistemas acuosos puros o con sales disueltas. En ambos casos el modelo proporcionara predicciones validas hasta 647 K, presiones de hasta 2 kilo bares, y concentraciones de sales disueltas iguales a la saturación del sólido mineral. El modelo termodinámico está basado en una ecuación de estado para reproducir datos experimentales en todas las fases excepto en la fase líquida del agua, para esta última se utiliza la constante de Henry. En el caso de la presencia de sales, el potencial químico del soluto gas en la fase de líquida de agua estará relacionada al potencial químico del soluto en la salmuera a través del coeficiente de Setschenov. Con el modelo se pretende reproducir todos los fenómenos de solubilidad cruciales, incluyendo el equilibrio entre tres fases. Junto con un estudio geoquímico de los fluidos en el subsuelo es la valoración del pH in situ y de la presión parcial o fugacidad de los gases en solución, lo cual es posible a partir de un planteamiento matemática/termodinámica sólida.

GEOQP-29 CARTEL

EMPLEO DE SIG PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE METALES PESADOS EN SUELOS SUPERFICIALES URBANOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

Rodríguez Salazar Ma. Teresa de J.^{1,2}, Morton Bermea Ofelia¹,
 Hernández Álvarez Elizabeth¹, Lozano Rufino³ y Tapia Cruz Víctor⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Química, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Facultad de Ingeniería, UNAM

mayte6900@gmail.com/morton@geofisica.unam.mx

El incremento de la población y los altos índices de crecimiento industrial y de urbanización, han convertido a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) en una de las zonas mas densamente pobladas de la Tierra con mas de 20 millones de habitantes en aproximadamente 1200 km².

Con la finalidad de evaluar la calidad ambiental en la ZMVM, como consecuencia del efecto antropogénico, este estudio presenta los resultados de la determinación de la concentración total de Pb, Cu, Zn, Ba, Ni, Cr, y Co en 146 muestras de suelo superficial urbano (0-5 cm), expuestas a diferentes condiciones de tráfico vehicular, posible aporte industrial, muestras expuestas a fertilizantes, etc. Además de la incorporación de tecnologías de digitalización y visualización, tal como: los Sistemas de Información Geográfica (GIS, Geographical Information Systems), para la presentación e interpretación de los datos espaciales. Y con el propósito de identificar fuentes simultáneas de aporte antropogénico para el conjunto de los metales traza mencionados, se aplicó Correlación de Pearson y Análisis Cluster, como herramientas estadísticas.

La determinación analítica de la concentración total de los metales de interés se llevó a cabo mediante WDXRF (Fluorescencia de rayos-X por dispersión de longitud de onda), en el Instituto de Geología de la UNAM, empleando espectrómetro Siemens SRS-3000 equipado con un tubo con ánodo de rodio como fuente de rayos-X.

El intervalo de valores encontrado para cada elemento corresponde a: 15-693 $\mu\text{g/g}$ Pb, 26-358 $\mu\text{g/g}$ Cu, 95-1890 $\mu\text{g/g}$ Zn, 321-869 $\mu\text{g/g}$ Ba, 29-151 $\mu\text{g/g}$ Ni, 65-559 $\mu\text{g/g}$ Cr, y 11-42 $\mu\text{g/g}$ Co. Se presentan los mayores Factores de Enriquecimiento (FE) para Pb, Cu y Zn en la Zona Centro-Norte de la ZMVM (Delegaciones B. Juárez, Iztacalco, M. Hidalgo, Cuauhtémoc, A. Obregón, Iztapalapa y municipios del Edomex: Nezahualcoyotl y Naucalpan).

Los resultados obtenidos confirman la información proporcionada visualmente por los mapas SIG. Se observa distribución homogénea para Cr, Ni, y Co; en donde el aporte de estos elementos está relacionado a la roca madre del Valle de México.

Respecto a la distribución heterogénea que se aprecia para Pb, Cu, Zn y Ba, muestra que estos elementos están enriquecidos en suelos tomados en la cercanía de calles expuestas a alto tráfico vehicular.

El análisis de los clusters, y de los coeficientes de correlación de Pearson respecto a la interacción entre los metales estudiados, permite observar dos asociaciones: a) correlación positiva significativa entre Pb, Cu, Zn, y Ba, b) el mismo caso se presenta para Cr, Ni, y Co. Se identifican así dos fuentes principales de origen de los elementos de interés: a) una natural para Ni, Cr y Co, y b) una Antropogénica atribuida al flujo vehicular para Pb, Cu, Zn y Ba (elementos que se encuentran en las partes automotrices y/o combustión de la gasolina).

GEOQP-30 CARTEL

EXTRACCIÓN SECUENCIAL SELECTIVA DE METALES EN SEDIMENTOS CONTAMINADOS POR RESIDUOS MINEROS

Cruz Ronquillo Olivia, Armienta Hernández María Aurora, Aguayo Ríos Alejandra, Cenicerós Bombela Nora Elia y Méndez Ramírez Miriam

Instituto de Geofísica, UNAM
olcruz@geofisica.unam.mx

Los efectos ambientales debidos a la explotación minera son especialmente relevantes en México, ya que esta actividad se ha desarrollado por más de 5 siglos en diferentes lugares del país. Los diversos tipos de residuos constituyen fuentes potenciales de contaminación por metales y metaloides tóxicos y su movilidad en el medio ambiente, así mismo sus efectos tóxicos dependen de diversos factores fisicoquímicos que varían según el sitio, así como del metal de que se trate y la forma química y/o mineralógica en que se encuentre.

En Taxco, Gro., la tradición minera se remonta a la época colonial. Según la SECOFI (1999) las minas activas de la zona benefician minerales con 3.36% de Zn, 0.99% de Pb, 0.10% de Cu y en menor proporción Ag (74 g/ton) y Au (0.29 g/ton). La recuperación de minerales de mena ha tenido gran importancia económica, sin embargo, el problema principal de la industria minera es la generación de grandes cantidades de desechos sólidos que se confinan en presas de jales y lugares aledaños a los poblados.

Los metales y metaloides tóxicos contenidos en los residuos bajo la interacción con el medio ambiente pueden movilizarse hacia los suelos, agua y seres vivos. Los metales pueden estar presentes en fases acuosas, adsorbidos o asociados a materia orgánica y otros sólidos, o como precipitados puros o mezclados. En los sistemas acuáticos como son los ríos la solubilidad y movilidad esta controlada por variables como el pH, materia orgánica disuelta, material particulado suspendido, fuerza iónica, alcalinidad y salinidad.

Las extracciones químicas secuenciales constituyen una metodología operativa consistente en la exposición de una muestra sólida frente a una serie de soluciones reactivas de características fisicoquímicas distintas. Son uno de los métodos más empleados en el estudio de la especiación elemental en sistemas como suelos y sedimentos que proporcionan información acerca de su labilidad y movilidad ambiental. A lo largo de varias décadas se han desarrollado distintos procedimientos de extracción. En la Comunidad Europea, recientemente se propuso el método BCR para facilitar la comparación internacional de los resultados. El presente trabajo se enfoca a determinar la distribución de Pb, Cd, Zn, As, Fe, Cu en diferentes fracciones de sedimentos del Río Cacalotenango en el distrito minero de Taxco Gro., utilizando el método de extracción secuencial BCR original modificado. La comparación de la suma de las extracciones con los contenidos totales, así como el análisis de materiales certificados demostraron una exactitud y precisión dentro de los rangos aceptados internacionalmente para este tipo de materiales. Los resultados mostraron que el zinc se encuentra en formas lábiles (intercambiable y reducible), el arsénico y el hierro en la fracción residual de mayor estabilidad, el Cd en formas reducible y oxidable, el Pb en las fracciones residual y oxidable, y el Cu en la fracción oxidable (asociado a materia orgánica y sulfuros).

GEOQP-31 CARTEL

MERCURIO Y GAS RADÓN EN LA ZONA MINERALIZADA AL SUR DE SIERRA GORDA DE QUERÉTARO

Hinojo Alonso Norma Angelica, Hernández Silva Gilberto, Kotsarenko Anatoly y Martínez Reyes Juventino

Centro de Geociencias, UNAM
nhinojo@geociencias.unam.mx

El estudio permite tener una visión regional de la relación que guarda el mercurio (Hg) en la superficie de la zona de estudio con las emanaciones del gas Rn (gRn). Aunque el Hg y Rn no tienen afinidad química, sí los une el medio de transporte para llegar a la superficie terrestre, que es a través de fallas y grietas. La existencia de rocas intrusivas granodioríticas en la región puede estar asociada a concentraciones elevadas del gRn y radioactividad en el ambiente. Se plantea trabajar simultáneamente con estos dos elementos para determinar si existe alguna correlación con las fallas geológicas activas en el área, así como con las características geológicas y edáficas. Además, en la región existen numerosas minas prehispánicas y modernas donde se ha explotado el cinabrio (HgS) desde hace casi dos mil años, lo que constituye un foco de contaminación permanente. El conocimiento de los niveles y rutas de las emanaciones de gas radón en el medio

ambiente y en los diferentes usos del suelo, serán fundamentales para advertir los riesgos en la salud pública de los habitantes de la región. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es llevar a cabo mediciones sistemáticas de gas radón y radiaciones α , β , γ sobre componentes geológicos, edáficos y usos del suelo (minas, fallas geológicas, parcelas agrícolas, casas habitación, escuelas, etc.), con el fin de desarrollar un mapa de dispersión del gas radón y relacionarlo con los diferentes usos del suelo y los contenidos de mercurio en suelo.

GEOQP-32 CARTEL

CONFORMACIÓN DE MAPAS BASE PARA DETERMINAR EL CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL MERCURIO, AL SUR DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO

Martínez Trinidad Sergio, Hernández Silva Gilberto, Martínez Reyes Juventino y Solís Vázquez Sara

Centro de Geociencias, UNAM
sergiomtz@geociencias.unam.mx

El conocimiento del ciclo biogeoquímico (CBGQ) del Hg en la región del Sur de la Sierra Gorda mostrará cómo incide el Hg con las características de los sistemas terrestres así como su interconexión con los diferentes compartimentos (atmósfera, agua, suelo, biota). El ciclo biogeoquímico del mercurio (Hg) controla la especiación y flujo del Hg, así como su transferencia a los seres vivos y en consecuencia, su toxicidad. El balance de masas entre la concentración de Hg total y la parte activa del Hg como el Hg inorgánico y el metil mercurio, permiten conocer los diferentes flujos en el ambiente. Los factores como el material geológico, clima, propiedades del suelo, uso del suelo, biota, influyen en la distribución y transporte del Hg, lo que permitirá establecer cómo es el intercambio de materiales entre los componentes bióticos y abióticos de la biosfera. La mayoría de las variables básicas consideradas tendrá su mapa temático correspondiente, que servirá para integrar, combinar información y desplegar una nueva, que podrá ser analizada a través de un enfoque diferente, extrayendo las características relevantes y conjuntando interacciones, la factibilidad de experimentar pruebas, modelos, tendencias y predicciones a través del uso de un software específico como el Metlab lo que permitirá recrear diferentes escenarios, dependiendo de la intensidad de las variables involucradas en el modelo. En esta etapa se presentan los primeros mapas temáticos que darán información al uso del SIG ARCVIEW v. 8.2 para dar paso al desarrollo del ciclo biogeoquímico del Hg en la región.

GEOQP-33 CARTEL

ACTIVACIONES MÚLTIPLES DE ZEOLITA NATURAL

Robledo Flores Deniza Edrey¹, Flores Acosta Mario², Ramírez Bon Rafael³, Arizpe Chávez Humberto², Mendoza Cordova Abraham¹ y Román Zamorano Juan Francisco³

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN
d.edrey_rf@live.com.mx

Las zeolitas son aluminosilicatos cristalinos que poseen un conjunto de cavidades nanométricas, regulares y periódicamente ordenadas en el espacio tridimensional, capaz de alojar clúster metálicos o semiconductores, originando una nanoestructura con propiedades muy interesantes. En Sonora existen importantes yacimiento, principalmente; heulandita y clinoptilolita, en San Pedro, municipio de Ures, chabazita, en La Palma, municipio de Divisaderos, mordenita y herionita, en El Álamo, municipio de Agua Prieta. Trabajos recientes [19-20], han arrojado resultados atractivos sobre la posibilidad de usar zeolita natural en la investigación de nuevos materiales. Dado que en nuestro estado existen importantes yacimientos comprobados de diferentes tipos de zeolitas, consideramos necesario trabajar en la limpieza de este atractivo mineral para su utilización en la investigación. En el presente trabajo se realizó un estudio para reducir el tiempo y costo del proceso, aumentando la eficiencia del mismo. Los materiales obtenidos fueron estudiados por: difracción de rayos x, microscopía electrónica de barrido y EDS, FTIR, espectrofotometría de absorción atómica.

Trabajo apoyado por la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Sonora. Proyecto: Limpieza de Zeolita Natural para la Investigación en la Ingeniería de Nuevos Materiales.

Sesión Regular

MINERALOGÍA

Organizadores:
Carles Canet
Alfredo Victoria Morales

MIN-1

PROVINCIAS Y ÉPOCAS METALOGENÉTICAS DE MÉXICO: ACTUALIZACIÓN DE SU CONOCIMIENTO

Camprubí Antoni
Instituto de Geología, UNAM
 camprubitaga@gmail.com

Los yacimientos minerales más importantes en México son los epitermales, pórfidos metalíferos, skarns, MVT, VMS, SEDEX, e IOCG. Estos se distribuyen en provincias metalogenéticas que se corresponden, a grandes rasgos, con las principales provincias y eventos geológicos del país. En general, la mayoría de yacimientos de México se deben a (1) el margen convergente Pacífico y el magmatismo resultante desde el Jurásico, o (2) procesos geoquímicos en cuencas sedimentarias como parte de la megacuenca del Golfo de México. Igualmente, eventos como la apertura del Golfo de California generaron otros tipos de yacimientos.

Este trabajo está basado en el análisis tipológico y las edades atribuibles a más de 200 yacimientos. Los yacimientos prejurásicos son comparativamente escasos y dispersos: anortositas y pegmatitas en Oaxaca (Proterozoico), cromititas en Puebla (obducidas durante el Ordovícico), SEDEX de barita en Sonora (Devónico), y diversos complejos máfico-ultramáficos metalíferos en Sinaloa y Baja California Sur (Paleozoico al Jurásico medio). Desde el Jurásico y hasta la actualidad, en el margen convergente Pacífico se han formado yacimientos epitermales, pórfidos metalíferos, skarns, sulfuros masivos volcanogénicos (VMS), yacimientos de Fe del "clan IOCG", yacimientos estanníferos y vetas de U-Au en riolitas. La historia metalogenética del margen Pacífico puede sintetizarse como una sucesión de épocas con la formación preferencial de diversas tipologías de yacimientos minerales: (1) VMS, complejos máficos-ultramáficos, e IOCG, asociados a magmatismo submarino o continental inmaduro entre el Triásico y el Cretácico Inferior, (2) pórfidos metalíferos, skarns, epitermales (mayoritariamente de sulfuración intermedia y baja), IOCG, yacimientos estanníferos, y vetas de U-Au en riolitas, asociados a magmatismo e hidrotermalismo continental entre el Cretácico inferior y el presente. Es notable la acumulación preferencial de yacimientos en los márgenes de la Mesa Central durante el Oligoceno, asociados a grandes sistemas de fallas. Mención especial merece la Provincia Magmática Alcalina Oriental, a cuya progresión temporal hacia el SE se asocian numerosos depósitos tipo IOCG, carbonatitas, rocas agpaíticas, pórfidos, skarns y epitermales. Entre las diversas tipologías magmático-hidrotermales se registran numerosos ejemplos de telescopaje.

Durante la evolución del Golfo de México, a partir del Jurásico Superior y además de los grandes yacimientos de hidrocarburos, se han generado importantes yacimientos de tipo MVT, SEDEX, y Cu-U en lechos rojos, desde Coahuila hasta Veracruz, incluyendo distritos de clase mundial. La apertura del Golfo de California, por su parte, ha generado la formación de depósitos SEDEX someros, y ejemplos actualísticos de VMS.

MIN-2

CARACTERIZACIÓN DE LAS ASOCIACIONES MINERALES DEL YACIMIENTO FRANCISCO I. MADERO DE ZN-CU-PB-(AG), ZACATECAS, E IMPLICACIONES PARA EL MODELO DE DEPÓSITO

Canet Carles¹, Camprubí Antoni², González Partida Eduardo³, Linares Carlos¹, Alfonso Pura⁴, Piñeiro Fernández Fernando⁵ y Prol Ledesma Rosa María¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Minerals, Universitat Politècnica de Catalunya

⁵Industrias Peñoles, S.A. de C.V.
 ccanet@geofisica.unam.mx

El yacimiento Francisco I. Madero de Zn-Cu-Pb-(Ag) se ubica geográficamente en la Mesa Central de México, a unos 20 km de la ciudad de Zacatecas. Este yacimiento está encajonado en rocas del Terreno Guerrero, el cual contiene numerosos depósitos minerales de interés económico, tanto de edad cretácica (sulfuros masivos volcanogénicos) como terciaria (epitermales y skarns). Más concretamente, el depósito Francisco I. Madero se halla intercalado en una secuencia pelítica-calcareá, de 600 m de espesor y de edad Cretácico Inferior, que se encuentra cortada por numerosos diques porfídicos de dirección NO-SE. Discordantemente, se superpone una secuencia volcánica de carácter félsico y edad terciaria, principalmente compuesta por ignimbritas y andesitas.

En la parte basal del depósito la mineralización forma mantos desarrollados selectivamente según los niveles calcáreos. Estos mantos están compuestos principalmente por esfalerita, pirrotita, y pirita, acompañadas por cantidades subordinadas de calcopirita, arsenopirita y galena. Hacia el techo del depósito se desarrollan skarns cálcicos, formados por la sucesión de una fase progradante seguida de una retrogradante. Las paragénesis resultantes son ricas en manganohedenbergita (Hd75-28Di40-4Jh40-20), granates andradíticos (Adr100-62Grs38-0), epidota (Ep95-36Czo60-5Pie8-0), chamosita, calcita y cuarzo.

La temperatura de formación del depósito, estimada a partir de los geotermómetros de la clorita y de la arsenopirita, varía de 243° a 277° C y de 300° a 340° C, respectivamente. La presión, obtenida mediante el geobarómetro de la esfalerita, se estima alrededor de 2.1 kbar. Este valor sugiere un skarn moderadamente profundo, lo que explicaría el elevado contenido de Cu en la mineralización.

Tanto las asociaciones minerales descritas como las condiciones P-T estimadas a partir de ellas, así como las características litológicas del depósito y su encajonamiento son compatibles con un skarn distal de Zn ligado al emplazamiento de diques. El estilo de mineralización es muy parecido al de muchos de los depósitos de skarn formados por reemplazamiento de carbonatos a altas temperaturas descritos al sur de la Cordillera Norteamericana.

MIN-3

ESTUDIO MINERALÓGICO, GEOQUÍMICO Y MICROTERMOMÉTRICO DEL SKARN DE ZN-PB (CU-AG-BI-W) DE ZACATEPEC EN EL DISTRITO MIXE, SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO

Sánchez Vargas Lilia¹, Romero Guadarrama Juan Armando¹, Canet Carles², González Partida Eduardo³, Camprubí Antoni⁴, Romero Francisco Martín⁴, Prol Ledesma Rosa María², Linares Carlos² y Victoria Morales Alfredo¹

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Instituto de Geología, UNAM

liliaisv@yahoo.com.mx

El skarn de Zacatepec se localiza en la Sierra Norte de Oaxaca, cerca de los distritos mineros de Villa Alta y Natividad. La mineralización se desarrolla en el contacto entre las calizas de la Fm. Sierra Madre, del Albano-Turoniano, y una intrusión granodiorítica de edad probablemente Terciaria.

A escala de afloramiento el depósito consiste en cuerpos de pocos metros de espesor que se desarrollan preferentemente en los planos de falla y, en mayor medida, en el contacto de los carbonatos con las rocas intrusivas. Además, se observa una aureola de metamorfismo de contacto sobre las calizas, produciendo mármoles con sulfuros diseminados y vesubianita.

Por su composición la mineralización es un skarn cálcico de Zn-Pb (Cu, Ag, W y Bi). Los contenidos metálicos en porcentaje en peso, analizados en muestras ricas en mena, varían de 0.1 a 11.2 % de Zn, de 0.1 a 9.9 % de Pb, y de 0.1 a 5.5 % de Cu. Además se han hallado leyes de hasta 595 g/t de Ag, aunque, por otro lado, el oro no alcanza valores significativos. Con respecto a elementos contaminantes, se detectaron valores bajos de As (de 12 a 159 ppm), Cd (hasta 159 ppm) y Hg (hasta 30 ppm).

Las menas metálicas consisten en esfalerita, galena, pirita y calcopirita, acompañadas por cantidades menores de vikinguita (Ag5Pb8Bi13S30), geffroyita (Cu,Fe,Ag)9(Se,S)8, bismuto, scheelita y hematites. Además, se ha analizado mediante microsonda electrónica una sulfosal de bismuto y plata, con fórmula empírica Ag3Bi1S3, que se podría tratar de un nuevo mineral.

Los minerales metálicos se hallan asociados a calcosilicatos como vesubianita, granates cálcicos (andradita: Adr76-57Grs43-33), piroxenos cálcicos (diópsido manganésico: Hd52-22Di54-28Jh32-20), epidota y titanita, así como cuarzo, calcita, clorita y apatito en cantidades subordinadas. Como minerales supergénicos se han identificado stoltzita, covelina, coronadita, hemimorfita, auricalcita, cerusita, malaquita, azurita y goethita.

Paragenéticamente se diferencian dos etapas para la mineralización hipogénica: (a) progradante, en la cual se formaron principalmente los granates y piroxenos cálcicos, y (b) retrogradante, en la cual se depositaron los metales y cristalizaron el resto de silicatos. Además, se distingue una etapa más tardía que consiste en el emplazamiento de vetas de cuarzo y calcita.

Se han analizado inclusiones fluidas primarias bifásicas en cristales de esfalerita, cuarzo, calcita y granate, representativas de las dos etapas paragenéticas de la formación del skarn. Como resultado se han obtenido temperaturas de homogenización de 429° a 470°C para la fase progradante, y de 312° a 360°C para la retrogradante, con valores de salinidad de alrededor de 12 % y 15 % en peso de NaCl eq., respectivamente.

MIN-4

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LOS MINERALES DE URANIO DEL DISTRITO DE SAN MARCOS, CHIHUAHUA, MÉXICO

Reyes Cortés Manuel¹, Reyes Cortés Ignacio Alfonso¹, Oviedo García Angélica¹,
Montero Cabrera María Elena², Fuentes Cobas Luis² y Esparza Ponce Hilda²

¹Universidad Autónoma de Chihuahua

²Centro de Investigación de Materiales Avanzados
mreyes@uach.mx

Se presenta la caracterización mineralógica de los dos yacimientos (Victorino y San Marcos I) más importante de la sierra de San Marcos, localizada a 30 Km al NW de la ciudad de Chihuahua. La caracterización fue realizada por microscopía óptica, difracción de rayos X, aplicando el método de Rietveld, microscopía electrónica de barrido con análisis de energía dispersiva de rayos X. Los análisis elementales fueron realizados por ICP utilizando un espectrómetro Thermo Jarrel Ash IRIS / AP y por el método gravimétrico. Las anomalías de uranio, torio y potasio fueron detectadas por un espectrómetro Gamma. En el yacimiento San Marcos I se identificó uranofano ($\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (mineral predominante en ambos depósitos) y metatyuyamunita ($\text{Ca}(\text{UO}_2)(\text{V}_2\text{O}_8)(\text{H}_2\text{O})_5$). En el yacimiento Victorino fueron observados; uranofano, Uraninita ($\text{UO}_2 + \text{x}$), masuyita ($\text{Pb}(\text{UO}_2)_3\text{O}_3(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), y becquerelita ($\text{Ca}(\text{UO}_2)_6\text{O}_4(\text{OH})_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$).

Las observaciones de campo y los estudios de caracterización sugieren la siguiente secuencia de mineralización; (1) depositación de la uraninita, (2) alteración de la uraninita a masuyita, (3) depositación del uranofano, (4) micro fracturamiento, (5) introducción de calcita en las micro fracturas, (6) formación de la becquerelita. Estos depósitos fueron originados por actividad hidrotermal de alta a baja temperatura durante la evolución post orogénica de la sierra de San Marcos. La mineralización secundaria fue causada por una combinación de eventos hidrotermales y de alteración supergénica. La becquerelita se formó in situ por la alteración de la uraninita con soluciones hidrotermales carbonatadas las cuales lixiviaron casi totalmente al mineral primario.

El yacimiento de Victorino representa el segundo depósito uranífero en México donde se ha localizado la becquerelita. El otro depósito es el de Peña Blanca, donde la literatura existente la describe brevemente.

MIN-5

PARAGÉNESIS Y GEOQUÍMICA DE LOS DEPÓSITOS DE CU DE LA FORMACIÓN SAN MARCOS (CRETÁCICO INFERIOR), COAHUILA, MÉXICO

García Alonso Donaji¹, Canet Carles², González Partida Eduardo³, Camprubí Antoni⁴,
Lozano Rufino⁴, García González Emma Gema¹ y Prol Ledesma Rosa María²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Instituto de Geología, UNAM
donaji_ga@hotmail.com

En el Valle de San Marcos, localizado en el municipio de Cuatrociénegas, Coahuila, existen numerosos depósitos "sedimentarios" de cobre, encajonados en lechos rojos a techo la Formación San Marcos. Dicha formación fue depositada en la Cuenca de Sabinas durante el Cretácico Inferior, en ambientes continentales, de transición y marinos someros, y está compuesta por paquetes de areniscas gruesas y conglomerados cementados por hematites. Por encima de ella se depositó la Formación Cupido, la cual está compuesta por calizas arrecifales. El contacto entre ambas formaciones es transicional.

Además de los depósitos de cobre, se hallan en esta región numerosos depósitos estratoligados de celestina, barita, fluorita, y sulfuros de plomo y zinc, encajonados en las calizas de la secuencia sedimentaria mesozoica.

La roca encajonante de los depósitos de cobre es una subarcosa mal clasificada, con clastos que varían de 0.01 a 2.00 mm de diámetro, compuesta principalmente por granos de cuarzo y, en menor proporción, de feldespato potásico. Los análisis por difracción de rayos X muestran, además, la presencia de esmectita. Los análisis de elementos mayores en roca total muestran altas concentraciones de SiO_2 (40.7-87.5 %), Al_2O_3 (5.9-22.0 %), K_2O (3.7-12.5 %) y, en algunos casos, de MgO (0.3-7.8 %) y Fe_2O_3 (hasta 5.3 %), lo cual es consistente con la mineralogía observada. Se realizaron diagramas de intemperismo (CIA), mostrando que el índice de alteración para dichas rocas varía de 60 a 80.

Los cuerpos mineralizados se desarrollan a escala de afloramiento como mantos concordantes respecto a la estratificación, con un espesor que varía de 5 a 14 m.

La mineralización es estratoligada y consiste básicamente en minerales secundarios de Cu, principalmente malaquita y crisocola y, en menor medida, azurita. Además, localmente hay cristales de pirita, de 0.01-1.00 mm de diámetro. Dichos minerales se desarrollan en vetillas irregulares dentro de la arenisca, a excepción de la pirita, que está diseminada y que en ocasiones forma agregados framboidales. El contenido en Cu de los cuerpos mineralizados varía de 0.24 a 7.46 % en peso. Además, se ha detectado un enriquecimiento en Co (16-148 ppm) y V (12-469 ppm).

MIN-6

COLECTA DE NÓDULOS DE MANGANESO

Cabrera Ramírez Mayumy Amparo¹, Carranza Edwards Arturo²,
Victoria Morales Alfredo¹ y Morales de la Garza Eduardo²

¹Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
victoria@servidor.unam.mx

Con base en la información de la campaña MIMAR II, se planeó la red de estaciones oceanográficas para la campaña MIMAR VI. Esta campaña es parte del megaproyecto institucional que "Estudios interdisciplinarios en la Zona Económica Exclusiva de México". La colecta de las muestras se llevó a cabo utilizando el Buque Oceanográfico El Puma, del 11 al 25 de febrero de 2009.

Se realizaron 15 estaciones oceanográficas separadas entre 100 y 200 millas náuticas para cubrir la zona económica exclusiva alrededor de Isla Clarión. En cada estación se realizó un muestreo con nucleador de caja, recuperándose muestras de sedimento en 13 estaciones y de nódulos en 12 de las 15 estaciones.

En cada estación donde se recuperó material, se recolectaron tres núcleos de sedimento de aproximadamente 40 cm cada uno, se separaron para cada análisis, uno para química, otro para geología y otro más como testigo.

Se recolectaron muestras de sedimento superficial con la finalidad de establecer un comparativo entre los nódulos y el sedimento asociado.

Se realizó un registro continuo con los equipos de ecosonda (Topas y Multibeam EM 300) para definir las características del fondo marino del área de estudio y posicionamiento continuo mediante GPS. En tres estaciones se realizó muestreo con nucleador de gravedad, recuperándose núcleos con menos de 3m de columna estratigráfica, sellándolos y guardándose en refrigeración.

Los nódulos recuperados en la diferentes estaciones muestran diferencias en tamaño varían entre el 0.5 cm y 5 cm de diámetro, con texturas lisas y rugosas lo que nos indica como hipótesis una probable diferencia genética y composicional, que será determinada mediante estudios de caracterización química mineralógica.

MIN-7

PROYECTO DE EXPLORACIÓN DE FIERRO EN EL SUROESTE DEL ESTADO DE PUEBLA

Muñoz Máximo Ignacio¹, Reynoso Carvajal Melesio²,
Soriano Garibó Isaac² y Vígil Rodríguez Roberto³

¹Laboratorio de Geofísica Computacional, BUAP

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

³Secretaría de Desarrollo Económico Puebla
rexj24@yahoo.com

La exploración de minerales metálicos con fines de explotación económica en el sur y sureste del estado de Puebla es un tema reciente en la entidad, la información disponible más reciente para el área es la carta geológica Chiauutla 1:50,000 del Servicio Geológico Mexicano (SGM), en la cual se describe un intrusivo de granodiorita - dacita del oligoceno que en promedio tiene un tamaño superficial en dirección Norte a Sur de 2.5 Km y de Este a Oeste 1 Km. que varía constantemente, este se encuentra encajonado de manera regional por rocas calizas de la Formación Morelos y rocas metamórficas del Complejo Acatlán de acuerdo a los datos del SGM, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Puebla (SEDECO) durante el año 2007 se iniciaron estudios detallados para evaluar el potencial geoeconómico en la población de San Nicolás Tenexcalco siendo el principal punto de interés las manifestaciones de hierro reportadas por pobladores en forma de crestones, dichas manifestaciones superficialmente se encuentran emplazadas como boleos y mantos en rocas calizas de la formación Morelos a lo largo de dos fallas normales en dirección NW -SE, durante la etapa final de la exploración a detalle en el 2009 mediante la aplicación de los métodos geofísicos de prospección magnética y prospección eléctrica vertical (SEV) pudo observarse que las anomalías asociadas a la presencia de minerales de hierro como hematina-oligisto y goethita (óxidos e hidróxidos de hierro) presentaba valores que sugieren una mayor concentración a partir de 120m en profundidad y que continuaba hacia el interior de la serranía, ello hizo pensar en la posible presencia de una mayor concentración de minerales de hierro en dirección al intrusivo granodiorítico ?Edacítico. Estudios recientes en la región de Chiauutla en las localidades como, San Lucas Huejotitlan y Coameca (entre otras) han revelado la presencia de óxidos de hierro (hematita - especularita) en superficie asociado con otros minerales como manganeso en pequeñas cantidades, mediante el análisis químico por hierro total realizados por el SGM en Oaxaca revelaron concentraciones entre el 40 al 45%, estas manifestaciones también se presentan emplazadas en las rocas calizas de la Formación Morelos a lo largo de las fallas normales cuya orientación es NW a SE, existe presencia de hierro cerca del contacto de las fallas con tobas andesíticas (?). Como resultado de los estudios recientes reportados a la SEDECO y algunos trabajos efectuados a particulares se propone iniciar una campaña de exploración geológica y geofísica para evaluar el verdadero potencial minero en la región relacionado con un posible enriquecimiento supergénico en algunas localidades.

MIN-8

IDENTIFICACIÓN DE JADEITA EN MUESTRAS PROVENIENTES DE LA PENÍNSULA DE VIZCAÍNO Y DE LA ISLA DE CEDROS, BAJA CALIFORNIA SUR

Victoria Morales Alfredo¹, Lozano Rufino², Ostroumov Mikhail³ y Rodríguez Otero Mónica⁴

¹Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería, UNAM

²LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

victoria@servidor.unam.mx

Hasta la década de los ochenta del siglo pasado no se tenía ningún reporte de jade en territorio Mexicano, fue durante ese tiempo en que el Dr. Miguel Romero Sánchez de la empresa IDISA, coleccionista de minerales, proporcionó unas muestras arriñonadas de piedras verdes procedentes de la Península del Vizcaíno y de la Isla de Cedros en Baja California Sur, consideradas como muestras de jade. Las muestras son parte de un lote de bloques redondeados que miden de unos cuantos centímetros a cerca de dos metros.

Se realizaron estudios de caracterización química mineralógica empleando diferentes técnicas analíticas seleccionando los materiales por su color. Se encontró que los cantos de color verde claro y oscuro corresponden con jadeita y diópsida, algunos color verde están constituidos por pumpellita, los jaspeados verde con blanco contienen jadeita y albita y las de color verde oscuro casi negro están formados por serpentina. Como minerales accesorios se encontró acmita, diópsido-egirina, cosmocloro y cancrinita.

En la Península del Vizcaíno Morre, en un trabajo publicado en 1985, reporta la presencia de un complejo formado por un melange con bloques de esquistos verde, esquistos azul, metagabro, ortogneis, anfíbolitas, serpentinitas y eclogitas, que corresponde con una secuencia ofiolítica del Triásico superior afectada por metamorfismo regional en condiciones de alta presión y que corresponde con un terreno alóctono que se acreció con Norte América. Sedlock y Ortega, definen en esta zona al Terreno Cochimi, el cual consiste de exposiciones discontinuas de secuencias ofiolíticas que fueron afectados por un metamorfismo de alta presión en condiciones de 5 a 8 kilobares y temperaturas de 170 a 300 grados centígrados. Las rocas analizadas corresponden con parte de la litología descrita en los trabajos anteriores y el ambiente geológico de formación coincide con los ambientes en donde se forma la jadeita, por lo que se puede considerar a ese complejo metamórfico y al Terreno Cochimi como la fuente de los bloques del material estudiado.

Una referencia de jadeita en México se encuentra en la Enciclopedia de los Minerales de Korbelt de 2004, donde se muestra una fotografía de un canto rodado de 8.5 cm de jadeita procedente de Guerrero Negro, Baja California, que debe de corresponder con el material obtenido de la Península de Vizcaíno.

MIN-9

ANÁLISIS DE JADES UTILIZANDO MICROSCOPIA RAMAN Y MICROSONDA ELECTRÓNICA

Alba Aldave Leticia Araceli, Girón García Patricia y Reyes Salas Margarita

Instituto de Geología, UNAM

victoria@servidor.unam.mx

La jadeita y la nefrita son dos minerales a los que comúnmente se les conoce como jade, siendo el otro mineral la nefrita. La jadeita es un mineral del grupo de los piroxenos cuya composición es NaAlSi₂O₆ (Sílice 59.4%, Aluminio 25.2% y Sodio 15.4%) y de estructura monoclinica. Es un mineral denso con una dureza de 6.5 a 7 (dependiendo de su composición) y una gravedad específica de aprox. 3.4. La jadeita se forma en rocas metamórficas bajo presiones muy altas y temperatura relativamente baja a partir de albita en rocas sedimentarias. Al aumentar la presión, la albita (NaAlSi₃O₈) se descompone para formar jadeita + cuarzo. La jadeita más pura es de color blanco y las diferentes impurezas le dan colores tales como lila, azul, naranja, amarillo, verde, negro, etc.

Los principales yacimientos de jadeita se encuentran en Myanmar (Antiguamente Birmania y Burma), en Guatemala y en Rusia. También existen yacimientos menores en California y en Suiza.

En este trabajo se analizaron jadeitas de diferentes colores por espectroscopia Raman y microsonda electrónica con el objeto de encontrar los elementos que producen los diversos colores en la jadeita. En los espectros Raman se puede observar que existe cierto corrimiento de las bandas dependiendo del color de la jadeita y con la microsonda pudimos determinar la composición de los diferentes colores de la jadeita, y determinar la composición de sus inclusiones; por ejemplo en la jadeita blanca y la jadeita verde claro se determinó la siguiente composición: Si₂O₃ 67.4%, Al₂O₃ 22.2%, Na₂O 10.16%, mientras que la composición de la jadeita azul y las jadeitas verde esmeralda contenían otros elementos como Mg, Ca, Fe, Cr, Ti; así mismo se determinaron inclusiones de cromita microcristalina, cuarzo con titanio y piroxena cálcica.

Con la espectroscopia Raman se pudieron analizar las jadeitas sin afectar las muestras ya que es un método no-destrutivo y que no requiere de preparación previa de las muestras.

Para comprobar que efectivamente se trataba de jadeita se realizaron análisis con difracción de rayos-X de algunas muestras.

MIN-10

ESTUDIO DE ALTERACIONES HIDROTERMALES MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE REFLEXIÓN DE INFRARROJO DE ONDA CORTA EN LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, MÉXICO

Canet Carles¹, Arana Lilia², González Partida Eduardo³, Pi Teresa⁴, Prol Ledesma Rosa María¹, Franco Sánchez Sara Ivonne¹, Mediola Irma Fabiola¹, Villanueva Estrada Ruth¹ y Camprubí Antoni⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Instituto de Geología, UNAM

ccanet@geofisica.unam.mx

Con un diámetro aproximado de 18 km, la Caldera de Acoculco (N 19°32'51" - W 97°50'54") se localiza en el estado de Puebla, en el sector oriental del Cinturón Volcánico Mexicano. La secuencia volcánica, de edad Plioceno a Pleistoceno, alcanza un espesor de unos 900 m y se sobrepone a un basamento sedimentario Jurásico-Cretácico formado por areniscas, biopelitas y calizas ricas en materia orgánica. La formación de la caldera se relaciona con una secuencia volcánica calcalcalina que presenta lavas dacíticas y riódacíticas en la base, ignimbritas en el techo y numerosos domos riolíticos.

La Caldera de Acoculco es un área de interés geotérmico, motivo por el cual ha sido objeto de diversas campañas de exploración por parte de la Comisión Federal de Electricidad. Sin embargo, las manifestaciones superficiales son escasas y de baja temperatura, a pesar de que las rocas del complejo caldérico muestran una intensa alteración argílica.

La mineralogía de las alteraciones se ha determinado con un espectrómetro portátil de reflexión en el infrarrojo de onda corta (SWIR, por sus siglas en inglés), y se ha verificado en algunas muestras seleccionadas mediante difracción de rayos X. Con esta metodología, se han podido reconocer dos extensas zonas de alteración: (a) una superficial, rica en illita de amonio, y (b) una de mayor profundidad, con epidota, calcita y clorita. Adicionalmente, se han reconocido otras cuatro asociaciones de minerales activos ante la radiación SWIR. Por un lado, en la misma secuencia volcánica pero con un desarrollo mucho menor, se han identificado zonas con buddingtonita y con esmectita. Por último, se han detectado las rocas carbonatadas (mármol) e intrusivas (granitoides) del basamento mesozoico.

La zona de alteración más superficial alcanza una profundidad de 500-600 m, afectando buena parte de la secuencia volcánica. Consiste en una alteración argílica-amónica penetrativa que afecta a las ignimbritas y dacitas. La tobelita (illita de amonio: (NH₄,K)Al₂(Si₃Al)O₁₀(OH)₂) es el principal mineral de alteración, aunque localmente, a profundidades de hasta 300 m, hay caolinita s.l., esmectita y buddingtonita (feldespatos anhídros de amonio: NH₄AlSi₃O₈).

La presencia de silicatos de amonio sugiere temperaturas por encima de los 200°C. El amonio probablemente proviene de las rocas sedimentarias ricas en materia orgánica del basamento mesozoico.

MIN-11 CARTEL

ESTUDIO GEOQUÍMICO Y MINERALÓGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DE DRENAJE EL TRIUNFO HASTA SU DESEMBOCADURA EN EL OCÉANO PACÍFICO

Romero Guadarrama Juan Armando, Marmolejo Rodríguez Ana Judith, Sánchez

González Alberto, Sánchez Vargas Lilia y Magallanes Ordóñez Víctor René

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

jarg13g@hotmail.com

El distrito minero El Triunfo se localiza a 45 km al sur de La Paz en el estado de Baja California Sur. Comprende un yacimiento de tipo pórfido en contacto con rocas metasedimentarias cubiertas parcialmente por eventos volcánicos y secuencias sedimentarias. En las minas de San Antonio y El Triunfo se explotaron Au y Ag a partir de las menas, desde mediados del siglo XVIII. La explotación ha sido intermitente, y actualmente está una compañía interesada en extraer Au y Ag del mineral a partir de los jales. El método metalúrgico empleado para este fin, fue el de cianuración que en la actualidad se prohíbe debido a las implicaciones ambientales que provienen de su uso. Los desechos de fundición y los jales fueron depositados en el cauce del arroyo "Hondo". Debido a los métodos metalúrgicos empleados, estos jales aun contienen mena metálica, asociada con altos contenidos de As y Pb, mismos que durante los periodos de lluvia, lixivian el material el cual es transportado por la cuenca hidrológica de El Triunfo. Esto pudiera afectar a los poblados y a toda la biota adyacente. Por tanto el objetivo de este estudio es conocer la mineralogía que domina en la cuenca de drenaje, la cual puede estar enriquecida natural y/o antropogénicamente, con elementos traza tóxicos para el medio ambiente adyacente.

Se realizó un muestreo prospectivo de sedimentos colectados en el cauce del arroyo "Hondo" de la cuenca hidrológica "El Triunfo", así mismo se complementó

con la colecta de muestras de roca y de desechos de fundición. A la fecha se han realizado análisis granulométrico y mineralógico, este último usando microscopios estereoscópico y petrográfico. El análisis químico elemental está en proceso.

De las muestras de roca colectadas se identificaron esquistos de biotita y muscovita, gneiss, y granitos, mientras que, en las paredes de las chimeneas del horno de fundición de la mina El Triunfo se encontró arsenolita. Algunos de los minerales de interés e identificados en muestra de mano fueron la bournita, arsenopirita, calcopirita, hematita y como mineral de alteración goethita.

La zona está enriquecida de elementos y minerales asociados al yacimiento de Au y Ag, producto de los métodos metalúrgicos utilizados desde el inicio de la explotación minera a la fecha. El transporte de elementos químicos tóxicos tanto de forma eólica como por lixiviados en época de lluvias, representa un riesgo ambiental que puede afectar a los habitantes de las comunidades aledañas.

Sesión Regular

OCEANOLOGÍA

Organizadores:

Ligia L. Pérez Cruz
David Salas de León

OCE-1

ENVIRONMENTAL IMPACT OF BLEUFIN TUNA AQUACULTURE ON BENTHIC COMMUNITIES (COMMUNITY STRUCTURE AND SEDIMENT GEOCHEMISTRY) IN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Díaz Castañeda Victoria
División de Oceanología, CICESE
vidiaz@cicese.mx

This study describes polychaete fauna at Salsipuedes, Baja California. Sea-cage farming results in a rain of organic matter onto the underlying benthos. There is growing concern over the effects of tuna sea-cages on the local environment: sediment chemistry and benthic communities. Eighteen stations were sampled with a Van Veen grab (0.1 m²) from the oceanographic vessel Francisco de Ulloa in 2003 and 2004.

Redox potential in 2003 ranged between -113 and -200 mV, while in 2004 it ranged between -110 and -302 mV. Organic carbon concentrations varied between 0.20-2.53 %, lowest values were located in the southern part of the bay; highest concentrations were found at stations 18 to 22 situated in the northern section, west of the tuna pens. Organic N varied between 0.02 to 0.12%, highest concentrations (0.07-0.12%) were located at stations 16 to 21 in the northern section of the bay; stations situated at the south and near the coast presented the lowest N concentrations (0.02-0.04%).

A total of 9,291 organisms belonging to 7 Phyla were collected: Polychaeta, Mollusca, Crustacea, Echinodermata, Cnidaria, Sipuncula and Bryozoa. Polychaetes accounted for 62% of all invertebrate macrofauna, with 5,765 specimens representing 34 families and 149 species. Best represented families in 2003 and 2004 were Paraonidae, Cirratulidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Nephthyidae, Lumbrineridae and Glyceridae.

Polychaetes were dominant in almost all sampling stations. Families with the highest species richness were Paraonidae (12 spp.), Spionidae (11 spp.), Onuphidae (11 spp.), Maldanidae (10 spp.), Syllidae (9 spp), Cirratulidae and Ampharetidae with 7 spp. The dominant trophic group was deposit-feeders, followed by carnivores. Amphipods and isopods increased their abundance.

In 2003 Shannon index varied between 2.26-3.40 bits/ind. highest diversity values were located in the southern section of Salsipuedes bay. In 2004 diversity fluctuated between 2.31-3.35, highest values were found in the northern section (stations 8, 12, 17), south of the tuna pens. The stress-predictability modeling characterized 85% of stations in 2003 and 78% in 2004 as presenting favorable and stable conditions, the rest were considered moderately disturbed. Non-metric multidimensional scaling (MDS) separated stations depending of the distance to the tuna pens.

Our results indicate that Salsipuedes is still a favorable environment for benthos, particularly polychaetes. Apparently local circulation has at least partially dispersed the excess organic matter and benthic scavengers and deposit-feeders contribute reducing the accumulation of organic matter on the seafloor.

OCE-2

MORFODINÁMICA DE LA PLAYA EL FARO, CABO SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR

Godínez Orta Lucio, Velasco García Juan Agustín y Navarro Lozano José Octavio
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
lorta@ipn.mx

Durante los meses de enero a junio de 2009, se realizaron mediciones de perfiles de playa y configuración de la línea de costa en la playa El Faro, Cabo San Lucas, Baja California Sur. Las secciones de playa se midieron con una Estación Electrónica Topográfica Total (EETT). El sistema de coordenadas empleado fue el Universal Transversal de Mercator (UTM) Zona 12 con elipsoide de referencia WGS-84. La nivelación se ligó al banco de nivel de la estación mareográfica de Cabo San Lucas; las elevaciones están referidas al Nivel Medio del Mar (NMM). La configuración de la línea de costa se realizó mediante el empleo de un Geoposicionador Por Satélite (GPS) convencional.

De los perfiles de playa se derivaron algunos parámetros que pueden ser utilizados como indicadores de la condición de la playa. Entre estos se encuentran la longitud del perfil, la pendiente de la berma, la pendiente del frente de playa, la diferencia de altura entre los extremos del perfil y el área de la sección transversal, entre otros.

Entre los resultados se encontró que la menor longitud del perfil se presenta en forma consistente en el mes de abril, exhibiendo longitudes mayores en los meses de enero, febrero, marzo y mayo. Con excepción del perfil 12, todos los demás presentan claramente las tres zonas funcionales de un perfil de playa bien desarrollado: "frente o cara de la playa", "berma o bermas" y "duna frontal".

La elevación de la berma es ligeramente mayor en la parte central de la playa, disminuyendo hacia los extremos; algunos perfiles presentan más de una berma. Todos los perfiles presentan una parte estable entre el cordón frontal de dunas y el frente de playa, cuya longitud varía entre los 55 y los 70 m, por lo que la zona activa del perfil durante este periodo, se manifiesta exclusivamente sobre una franja de entre 30 y 40 m de ancho del frente de playa. La longitud del perfil disminuye

drásticamente de enero a abril y de la misma forma lo hace el ancho de la cara de la playa. La pendiente (inclinación) general de la sección no presenta grandes variaciones, sin embargo, la inclinación (pendiente) de la cara de la playa, exhibe fluctuaciones importantes, siendo mayor en la parte occidental de la playa y menor en el extremo oriental. La envolvente de las variaciones de la línea de costa entre enero y junio tiene un ancho más o menos uniforme de 50 m. El frente de playa oscila dentro de los límites de la envolvente, ya sea avanzando hacia el mar o retrocediendo tierra adentro. Debido al desarrollo de morfología rítmica (cuspiditos), escarpes de erosión y una o más bermas, resulta difícil establecer una línea base de comparación de la posición de la línea de costa, es por ello que se consideró conveniente utilizar la envolvente. se observan una serie de contornos ondulados que indican la presencia de morfología rítmica, típica de playas reflexivas.

OCE-3

ESPECTROS DE ORDEN SUPERIOR DEL OLEAJE: OBSERVACIONES DIRECTAS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE EL EXPERIMENTO INTOA

Ocampo Torres Francisco
Grupo de Oleaje, Departamento de Oceanografía Física, CICESE
ocampo@cicese.mx

A partir de mediciones del oleaje en el Golfo de Tehuantepec (Experimento INTOA, febrero-marzo 2005), se estiman espectros, biespectros y triespectros con el fin de obtener información sobre las interacciones entre las componentes involucradas. Los antecedentes teóricos reportan una asociación entre interacciones no lineales y los valores de los espectros de orden superior de algunos procesos físicos, tales como turbulencia, ondas internas y oleaje. Las componentes del oleaje que pueden interactuar presentan una conexión en su fase, que también puede representarse en el sesgo y la kurtosis de las elevaciones, indicando la ocurrencia de procesos no-lineales. El resultado muestra que las interacciones entre componentes del oleaje local consigo mismas, y las de oleaje generado por tormentas lejanas -OGTL- (también consigo mismas) son más relevantes que las interacciones correspondientes entre el oleaje local y el OGTL. Las interacciones entre esas dos componentes del oleaje inducen una tercera componente asociada en fase, y representa el resultado del forzamiento ocasionado por las dos primeras. El caso de oleaje local y OGTL en dirección opuesta es típico de la región de estudio cuando se presentan los eventos tehuanos. Se aborda el tema de interacciones entre cuatro componentes (tres componentes que interactúan entre sí, y una cuarta que se presenta como el resultado) al analizar las estimaciones de triespectros. Se considera que la duración de los eventos tehuanos (presencia de oleaje local y OGTL en dirección opuesta) debe ser una limitante para el desarrollo de las interacciones de cuartetos de ondas, que típicamente son procesos lentos.

OCE-4

CLIMATOLOGÍA DEL OLEAJE EN EL GOLFO DE MÉXICO; VERIFICACIÓN

Padilla Hernández Roberto¹, Jiménez Hernández Sergio Bernardo¹ y Salinas Prieto José Antonio²
¹Universidad Autónoma de Tamaulipas
²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
rpadillah@uat.edu.mx

Cada año el Golfo de México es escenario, en promedio, de 25 tormentas tropicales (entre Junio y Octubre) y 40 frentes fríos (entre Noviembre y Abril). El conocimiento de la climatología y eventos extremos tanto meteorológicos (Frentes fríos y huracanes) como oceanográficos (mareas de tormenta y oleaje) en el Golfo de México ha llegado a ser un asunto importante debido a; la pérdida de vidas, daños severos a las actividades humanas y a la infraestructura oceánica y costera. El modelo numérico de simulación del oleaje WAM fue usado para estimar la climatología del oleaje en el Golfo de México. La modelación del oleaje fue de 60 años, 1948 al 2007. Los vientos usados fueron los campos de viento de los Centros Nacionales para la Predicción Ambiental (NCEP, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América. Las simulaciones del oleaje se verifican comparándolas contra los datos de boyas del Centro Nacional de Boyas de los Estados Unidos. Se calcularon varios parámetros estadísticos y se analizaron los valores extremos y su ocurrencia en tiempo y espacio, además se comparan espectros medidos y simulados.

OCE-5

CORRIENTE LITORAL EN LA BARRERA ARENOSA “EL MOGOTE”, BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., DURANTE 1993 – 1994

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹, Gaviño Rodríguez Juan², Galicia Pérez Marco Antonio², Jiménez Illescas Angel Rafael¹, Obeso Huerta Hipolyto³ y Obeso Huerta Maclovio⁴

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

³Instituto Tecnológico de La Paz

⁴Universidad Autónoma de Baja California Sur
mnieba@ipn.mx

La barrera arenosa de “El Mogote” es una península que separa a la Ensenada y a la Bahía de La Paz, tiene una extensión de aproximadamente 12 km de largo y 0.3 km de ancho en la parte mas angosta y 2.8 km en la parte mas ancha. Actualmente en esta barrera se construye un importante desarrollo turístico (marinas, hoteles, campos de golf, etc.).

Las zonas cercanas a la playa y la antepaya están sujetas continuamente a una compleja variedad de corrientes, las cuales tienen su origen en las olas y el viento. Las corrientes litorales se mueven esencialmente paralelas a la costa y causan el mayor transporte de sedimentos.

Se analizó el comportamiento de la corriente litoral frente a la barrera arenosa que separa a la Bahía y a la Ensenada de la Paz, B.C.S., con base en registros de 5 muestreos realizados en los meses de noviembre – diciembre de 1993, marzo, mayo, julio y diciembre de 1994. Con esta información se pudo concluir que la corriente litoral frente a la barrera “El Mogote” de lado de la bahía tiene una dirección predominantemente este. Los vientos del norte, noroeste, noreste y sur favorecen la corriente litoral con dirección este en esta zona. Esta corriente al parecer es la responsable del crecimiento hacia el este de la punta de la barrera arenosa de “El Mogote”.

OCE-6

GENESIS Y EVOLUCIÓN DEL GIRO CICLÓNICO DE LA BAHÍA DE CAMPECHE

Díaz Flores Miguel Ángel, Salas de León David Alberto y Monreal Gómez María Adela

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
angelmiguel@gmail.com

Con la finalidad de identificar el origen de la formación del Giro Ciclónico de la Bahía de Campeche: se analizaron datos de temperatura, conductividad y presión (CTD) y de corrientes (ADCP), obtenidos de la campaña oceanográfica FIBAC I (Física de la Bahía de Campeche) en un periodo comprendido entre el 14 de agosto del 2006 y el 1 de septiembre del 2009. Habiéndose caracterizado un giro ciclónico con su centro en latitud de 20.27 grados norte y en longitud de 94.24 grados oeste. Se identificaron y caracterizaron los giros ciclónicos de la Bahía de Campeche y del Golfo de México mediante el uso de imágenes de altimetría producidas por AVISO (Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data) de un periodo comprendido entre agosto del 2001 a diciembre del 2007. Se elaboraron series de tiempo de los giros ciclónicos. Habiéndose realizado promedios mensuales y anuales con los datos obtenidos para calcular anomalías. Con los promedios anuales se observa que hay una circulación predominante ciclónica en la Bahía de Campeche.

Posteriormente se inició el análisis de los datos obtenidos con el modelo de circulación HYCOM a partir del 3 de noviembre del 2003 al 26 de junio del 2008, los cuales son de : temperatura, Salinidad y componentes de velocidad U, V, en niveles de: superficie, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 y 5500 m de profundidad. De estos datos del modelo HYCOM se han realizado la observación de la circulación para toda el área de estudio y en distintos niveles de profundidad para el periodo de tiempo al igual que de las variaciones de temperatura y salinidad, por lo que ahora he comenzado a realizar análisis espectrales en distintos puntos del Golfo de México para analizar las frecuencias de las variaciones y determinar que fenómenos son los que se presentan en golfo y principalmente en la generación de los giros ciclónicos en la Bahía de Campeche.

OCE-7

THE ATMOSPHERIC LOW LEVEL JET AND THE SURFACE MESOSCALE CIRCULATION OF THE CARIBBEAN SEA

Andrade Carlos Alberto¹ y Desmond Barton Eric²

¹CIOH, Cartagena, Colombia

²Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo, Spain
ebeier@cicese.mx

Research on the atmospheric and ocean dynamics of the Colombian Basin of the Caribbean Sea was carried out on the basis of historical climatic data, in situ observations and remotely sensed measurements made during the period

1992-1999. An atmospheric zonal cell, composed of the surface easterly Trade winds, near-surface convergence and rising over the Central American landmass, the westerly winds at the 200 mb level, and divergence and sinking in the centre of the Caribbean Sea. The Trade winds take the form of a seasonally varying low level jet (LLJ) in the central Caribbean, which implies spatial changes in the Sverdrup (~17±15Sv) and Ekman (~1Sv) transports. The seasonal variation of the jet axis enhances anticyclonic and cyclonic vorticity to the north and south, respectively, of latitude 15°N during the windy rainy and seasons.

OCE-8

ANÁLISIS (1998-2007) DE IMÁGENES SATELITALES DE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y CONCENTRACIÓN DE CL-A EN EL PACÍFICO CENTRAL MEXICANO

Reyes Herrera Ezequiel Alejandro¹, Gaviño Rodríguez Juan¹, Carbajal Pérez Noel², Galicia Pérez Marco Antonio¹, Obeso Nieblas Maclovio³ y Pelegrí Llopert José Luis⁴

¹Universidad de Colima

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

³Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

⁴Instituto de Ciencias del Mar, España
ezealejandro@gmail.com

Se utilizan 10 años (1998-2007) de imágenes satelitales de promedios mensuales de temperatura superficial (tsm) y clorofila-a (cl-a) del Pacífico central Mexicano, para realizar un análisis de componentes principales (acp) a cada parámetro tanto de manera aislada como conjunta, con el fin de conocer la representación espacial de los modos principales, la variabilidad temporal que explican los vectores propios más significativos y el grado de interdependencia entre ambos parámetros para esta región del Pacífico. Se utilizaron dos tipos de filtros, uno removiendo el promedio total o los promedios para cada mes y otro removiendo la componente anual y semianual en base a un análisis armónico de la serie de datos. En el caso del análisis aislado de cada parámetro, se encontró que los primeros 11 componentes explican el 95% de la varianza en la tsm y el 86% en la cl-a; en el análisis en conjunto, con el mismo número de componentes principales, esta relación disminuyó un 10% en ambos parámetros. Los eigenvectores de la matriz de correlación en este caso, mostraron poca interacción entre ambos parámetros, tal vez debido a que la cl-a solo muestra relevancia en la franja costera y la matriz de correlación consideró la porción oceánica. Los primeros modos de temperatura muestran una estructura espacial con líneas nodales, zonales y meridionales, similares a los modos de resonancia libres de una cuenca rectangular. Los modos de cl-a solo presentan estructuras importantes en la zona costera, incrementándose la alternancia entre valores extremos conforme su valor propio disminuye, de forma semejante a modos de resonancia de un canal rectangular.

OCE-9

PROCESOS DE MEZCLA EN LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Figueroa Rodríguez J. Manuel, López Mariscal J. Manuel, Amador Buenrostro Alberto y Lavín Miguel

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
figuer@cicese.mx

En este trabajo son presentados los resultados preliminares del crucero TURBO-I realizado en la Región de las Grandes Islas del Golfo de California del 19 al 30 de marzo de 2009. Se discuten las mediciones de micro estructura del gradiente vertical de velocidad horizontal y de la temperatura realizadas con un perfilador vertical de alta resolución (VMP6000) que permite resolver estructuras del orden de centímetros en prácticamente toda la columna de agua, los datos obtenidos permiten hacer estimaciones de la razón de disipación de la energía cinética turbulenta. Estas observaciones se complementan con mediciones hidrográficas y de corrientes obtenidas tanto con un LADCP perfilando junto con el CTD, como con un ADCP anclado al fondo cerca del umbral de San Lorenzo. Estas últimas muestran una corriente intensa cerca del fondo (valores máximos del ~1.4 m/s durante el flujo de la marea). Esta corriente de fondo provoca una asimetría temporal y vertical de la marea semidiurna con el flujo de la marea de mayor duración que el reflujo. La estructura vertical de las corrientes provoca que el corte sea significativamente más intenso cerca del fondo durante el flujo de la marea.

OCE-10

ESTUDIO DE LA CAPA DE MEZCLA FRENTE A LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA Y LA ENTRADA DEL GOLFO DE CALIFORNIACastillo Trujillo Alma Carolina¹, Castro Valdez Rubén¹, Collins Curtis² y Mascareñas Afonso³¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC²NPS Monterey California³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

carolinitya@gmail.com

La importancia de la capa superficial mezclada (CSM) radica en que es la fuente de muchos movimientos oceánicos debido a la transferencia de momento y energía (flujos de calor). Esta capa se caracteriza por mantener casi verticalmente constantes a la temperatura, la salinidad, la densidad entre otras propiedades. A partir de observaciones hidrográficas realizadas en noviembre de 2004, en una sección ubicada desde la parte oeste de la entrada al Golfo de California y hasta ~24.6°N frente a la península de Baja California en el Pacífico, se estudia la capa superior del océano (0-120 m). Para esto se utilizaron datos de un CTD oscilante (TRIAUS), con sensores de temperatura, conductividad, presión, oxígeno y fluorímetro. La resolución espacial fue de ~4 km en la horizontal y <1 m en la vertical, obteniendo detalles de la CSM, la termoclina, así como el contraste de frentes entre aguas de orígenes diversos que llegan a la región. A lo largo del transecto la CSM fluctuó entre 20 y 65 m de profundidad, mostrando 'parches' de agua salada (~35.2) y cálida (~26°C) cerca de la punta de la península, estos disminuyeron su salinidad (34.2) hacia latitudes altas. Por otro lado, los mínimos de salinidad (~33.2) se encontraron debajo de la capa de mezcla de lado del Pacífico con características de la Corriente California. Por otro lado, se encontró una relación directa de los valores de oxígeno y clorofila con la CSM con valores más altos de oxígeno sobre la CSM y valores más altos de clorofila por debajo de la CSM.

OCE-11 CARTEL

ACOPLAMIENTO ENTRE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA, TEMPERATURA Y EL CICLO REPRODUCTIVO DE LA ALMEJA GENEROSA PANOPEA GLOBOSA EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIACalderon Aguilera Luis Eduardo¹, Aragon Noriega Eugenio Alberto², Reyes Bonilla Héctor³, Paniagua Chávez Carmen¹, Moreno Rivera Víctor¹ y Romo Curiel Alfonsina¹¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas³Universidad Autónoma de Baja California Sur

leca@cicese.mx

Este trabajo explora la posible relación entre el ciclo reproductivo de la almeja generosa *Panopea globosa* y la temperatura superficial del mar y la productividad primaria, en el alto golfo de California. A lo largo de un ciclo anual (marzo de 2008 a marzo de 2009) se recolectaron mensualmente 30 ejemplares de almeja generosa y se registraba la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y tipo de sustrato. Se utilizaron técnicas convencionales de histología y se midieron los oocitos para determinar la madurez gonadal y época de desove. Se obtuvieron datos de satélite de concentración de clorofila a y temperatura para confrontar un modelo general de desarrollo de larvas planctónicas. Encontramos que la actividad reproductiva se disparaba por un descenso drástico de temperatura, el cual antecedía en cuatro meses al pico de máxima producción primaria. De esta forma, el desarrollo larval está sincronizado con ambos factores ambientales, tal y como lo predice la hipótesis de Cushing de fase – desfase.

OCE-12 CARTEL

ESTADO FÍSICO DE LAS OBRAS DE PROTECCIÓN CONSTRUIDAS EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C., MÉXICO

Guardado France Rigoberto, Martínez Silva Catalina,

Cupul Magaña Luis A. y Ledesma Vázquez Jorge

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

guardadofrance@gmail.com

En la franja costera de La Bahía de Todos Santos, ubicada en la costa Oeste de la península de Baja California, se han construido un sinnúmero de obras de protección dentro de las que se incluyen rompeolas, muros, enrocamientos, espigones y obras mixtas. Debido a que estas obras se encuentran en funcionamiento, se realizó un estudio para determinar el tipo de daño que presentan a fin de contar con información de referencia para eventualmente proponer una metodología para estimar su estado físico. Primeramente se generó un catálogo de las obras de protección existentes donde se indica el tipo de obra, su ubicación y características físicas de la misma. Una vez generado el catálogo, se realizaron visitas de campo para identificar los principales problemas que presentan cada obra encontrando que existe un total de 49 obras de protección de las cuales 29 son muros, 9 enrocamientos, 5 espigones, 3 rompeolas y 3 obras mixtas (muro-enrocamientos). Los muros presentan daños asociados a erosión lateral, erosión en la base, varillas oxidadas, grietas y drenaje mal colocado, los enrocamientos presentan daños asociados a erosión en la base y lateral, rebase

por oleaje, salida, fractura y hundimiento de elementos, mientras que los rompeolas presentan daños asociados a rebase por oleaje en época de tormentas, fractura y salida de elementos al igual que los espigones.

OCE-13 CARTEL

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL ROMPEOLAS EN PUERTO COLONET, B.C.Avila Serrano Guillermo E.¹, Jiménez Esquivel Victoria Mariel¹, Angulo Larios Nidia Teresa², Cupul Magaña Luis A.¹, Juárez Romero Raúl² y Tellez Duarte Miguel Agustín¹¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC²Secretaría de Marina, Estación Oceanográfica de Ensenada B.C.

gavila@uabc.mx

Los puertos surgen por la necesidad de aprovechar el medio acuático para transportar personas y bienes. La SCT ha efectuado estudios para definir áreas para el desarrollo portuario encontrando como punto idóneo Bahía Colonet, en Ensenada, Baja California. El proyecto "Puerto Bahía Colonet", sería una solución viable a los problemas de congestionamiento que enfrentan los puertos de Los Angeles y Long Beach. El objetivo de este trabajo es determinar la orientación y longitud necesaria de un rompeolas conectado a la costa para la creación del Puerto en Punta Colonet. A partir de campañas oceanográficas efectuadas por la Secretaría de Marina se obtuvieron los datos necesarios para generar la batimetría de Bahía Colonet y los datos de oleaje para el análisis estadístico. Se realizaron los histogramas de frecuencia relativa para observar el comportamiento del oleaje, obteniendo valores en la altura significativa (Hs) de 1.0 m para los meses de Abril y Septiembre 2007; de 0.8 m para Noviembre-Diciembre 2007 y valores entre 1.0 a 1.2 m para Marzo-Abril 2007; con una dirección entre 210°-240° para los meses de invierno. Se hizo un análisis de refracción del oleaje para determinar la dirección de talud ideal el cual fue de 26.57° así como el run-up sobre el lado expuesto al mar el cual tiene un valor de 2.38 m en Nivel de Bajamar Media Inferior; considerando un aumento del 10% de seguridad y para evitar el rebase de la estructura se obtuvo un valor de 31.3 m de altura en el morro de la estructura. La estructura propuesta genera un área protegida similar ala esperada para la construcción del puerto, sin embargo, la construcción de un rompeolas de roca con estas dimensiones sería demasiado costoso, por lo tanto debería considerarse el uso de otros materiales.

OCE-14 CARTEL

EFFECTO DEL SWELL EN EL ESFUERZO DEL VIENTO

García Nava Héctor y Ocampo Torres Francisco

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

hgarcia@cicese.mx

El esfuerzo del viento es un parámetro clave para la generación y evolución del campo de oleaje, la generación de corrientes superficiales, la formación de la capa de mezcla, la circulación atmosférica y el clima. Actualmente se sabe que el esfuerzo del viento depende del estado del mar. Sin embargo, se conoce poco sobre el efecto que tiene el oleaje generado por tormentas lejanas (swell), particularmente en zonas donde el oleaje generado localmente por el viento (oleaje local) se encuentra en desarrollo. Para investigar el efecto del swell en el esfuerzo del viento se realizaron mediciones simultáneas del esfuerzo del viento y el campo de oleaje en el Golfo de Tehuantepec, México, a principios de 2005. En este trabajo se presenta un análisis de las observaciones realizadas y los posibles mecanismos físicos que las explican. Los resultados indican que en condiciones de vientos débiles (U<7ms⁻¹) la presencia de swell incrementa el esfuerzo del viento hasta 3 veces, comparado con el esfuerzo esperado en ausencia de swell. Por el contrario, en condiciones de vientos intensos (U>7ms⁻¹) el swell ocasiona una reducción del esfuerzo a través de una disminución de la rugosidad superficial asociada con el oleaje local.

OCE-15 CARTEL

EL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLAJE DURANTE EL HURACÁN WILMA CALCULADO POR EL MODELO NUMÉRICO SWAN

Osuna Cañedo Pedro, Ocampo Torres Francisco y Castro Osuna Dennise

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

osunac@cicese.mx

Se calcula numéricamente la estructura espacial del campo de oleaje durante el huracán Wilma (Octubre 2005) utilizando el modelo SWAN v.40.72. Se evalúa también una versión modificada del modelo que incluye la tendencia del coeficiente de arrastre a saturarse durante vientos extremos. Este trabajo está encaminado a sentar las bases para el desarrollo de un sistema operacional de predicción del oleaje durante condiciones de huracán en el Caribe.

En este trabajo se utilizan tres tipos de forzamiento atmosférico: 1) vientos analizados de alta resolución (~ 6km) provenientes del Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory/Hurricane Research Division (HRD); 2) vientos con resolución espacial de 32km de NCEP North American Regional Reanalysis (NARR); y 3) vientos de NARR mezclados con vientos de alta resolución de un modelo paramétrico, asimétrico, de huracán, con una resolución espacial de 3.5km (NARR-NHC). Los resultados numéricos son comparados con datos de la boya 42056 de NDBC y datos de un ADCP localizado en un punto cercano a las costas de Yucatán.

Los resultados indican que la resolución espacial de NARR es incapaz de reproducir la intensidad de los vientos de huracán observados, de tal manera que las alturas de olas calculadas por los modelos numéricos son normalmente subestimadas. El uso de una base de vientos con alta resolución espacial (HRD o NARR-NHC) tiende a corregir esta subestimación. La estructura espacial del campo de olas, reportada en la literatura, es bien simulada por el modelo SWAN. Esta estructura se analiza a través de la variabilidad espacial del espectro direccional y los términos fuente en los cuatro cuadrantes del huracán.

OCE-16 CARTEL

ESTUDIO DE LAS SURGENCIAS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC CON AYUDA DE REDES NEURONALES

Pérez Chavarría Miguel Ángel¹, Martínez Alcalá José Antonio² y Navarro Olache Luis Felipe¹

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC
mperez@uabc.mx

En este trabajo se intenta explicar la influencia que tienen los vientos, en la circulación en el Golfo de Tehuantepec. Se usan datos obtenidos de satélite (SST, SSHa y Viento) para caracterizar los efectos de los vientos. La relación entre el viento y la temperatura superficial se incrementa hacia fuera de la costa. La circulación al norte de Tehuantepec es frecuentemente dominada por la presencia de un remolino anticiclónico, el cual parece ser formado por la presencia de una zona de rotacional del viento muy intenso característico de la región. Se presenta un análisis en la escala anual e interanual de la relación entre viento, temperatura superficial y la respuesta en la anomalía de nivel del mar.

OCE-17 CARTEL

CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S., MÉXICO. PRIMAVERA Y OTOÑO DE 1997

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹, Gaviño Rodríguez Juan², Galicia Pérez Marco Antonio², Jiménez Illescas Ángel Rafael¹, Obeso Huerta Hipolyto³ y Obeso Huerta Maclovio⁴

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

³Instituto Tecnológico de La Paz

⁴Universidad Autónoma de Baja California Sur
mniebla@ipn.mx

Con el objetivo de determinar la variación estacional de las condiciones hidrográficas en Bahía Concepción, B.C.S., se analizan datos obtenidos con CTD durante junio y noviembre de 1997, a bordo de la embarcación CICIMAR XV. La bahía se ubica en dirección paralela al Golfo de California con el cual se comunica por la parte norte. Se caracteriza por ser un cuerpo de agua protegido y somero con un canal de 30 m de profundidad localizado en la porción noroeste, contiguo a tierra. Es de forma ovalada en dirección norte. La región de Bahía Concepción y sus alrededores presentan clima tipo BW (muy seco).

Los resultados de junio muestran las condiciones de primavera con cierta estratificación. La bahía superficialmente presenta la zona mas caliente en la cabecera y aguas frías en la boca, provenientes del Golfo de California. Por otra parte, los resultados de noviembre representan las condiciones de otoño con una bahía completamente mezclada, con la máxima temperatura en la zona de la boca y la mínima en la cabecera. La zona de máxima salinidad y densidad se localizó frente a Punta Santa Rosalía. Es de destacar que esta bahía se presenta mas salada y más densa al final de la primavera que en el otoño. La distribución superficial de temperaturas, salinidad y densidad difieren estacionalmente, lo cual es producto de la influencia del Golfo de California, configuración de la bahía, vientos locales y radiación solar. El desarrollo del proceso de mezcla durante el muestreo de otoño es productos de los vientos locales del noroeste, así mismo, la estructura durante la primavera está influenciada por las frecuentes calmas en la región.

OCE-18 CARTEL

COMPONENTES BIOGÉNICOS EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES FRENTE AL COMPLEJO LAGUNAR DE BAHÍA MAGDALENA-ALMEJAS, B. C. S.

Sánchez González Alberto, Aguiñiga García Sergio, López Ortiz B. Estela, Camalich Carpizo Jaime, Sánchez Vargas Lilia, Romero Guadarrama Juan Armando y Rodríguez Juárez Laura
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
alsanchezg@ipn.mx

La bomba biológica en el océano juega un papel clave en el ciclo global del carbono. Una parte del carbono es exportado y preservado en el margen continental, región del océano que soporta del 10 al 15% de la producción de clorofila de todos los océanos con una contribución >40% del carbono orgánico exportado al piso oceánico. Los componentes biogénicos (carbono, nitrógeno y fósforo orgánico, carbonato de calcio y ópalo biogénico) depositados y preservados en el sedimento han sido utilizados para reconstruir la productividad oceánica en áreas de intensa actividad biológica, así como las fluctuaciones de la zona de oxígeno mínimo, debido a una disminución/incremento del flujo de materia orgánica. Sin embargo, a pesar de la importancia de las zonas de oxígeno mínimo como sitios de acumulación (secuestro) de componentes biogénicos a nivel mundial, poco se conoce sobre la distribución espacial de estos componentes en su frontera superior (región de máximo dinamismo) producto de la alta productividad oceánica sobreyacente que consume el oxígeno conforme la materia orgánica en decaimiento se va oxidando a lo largo de la columna de agua. En el presente trabajo se presenta la distribución espacial de componentes biogénicos frente al complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, uno de los centros de actividad biológica más importantes del sector sur de la Corriente de California. Para ello se realizó una colecta de sedimentos superficiales a lo largo de tres transectos cubriendo un total de 27 estaciones. Los resultados parciales de la distribución espacial de los componentes biogénicos sugieren una mejor preservación de estos componentes hacia la zona sur del área de estudio donde la zona de oxígeno mínimo es más intensa y menos profunda con respecto de la zona central y norte del área.

OCE-19 CARTEL

VARIABILIDAD ESPACIAL DEL OLEAJE LEJANO EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC: ANÁLISIS CON RADAR DE APERTURA SINTÉTICA

Díaz Méndez Guillermo¹, Ocampo Torres Francisco²,
Osuna Cañedo Pedro² y Durazo Arvizu Reginaldo¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²División de Oceanología, CICESE
gdiaz@uabc.mx

El Radar de Apertura Sintética tiene la capacidad de proporcionar información sobre la rugosidad de la superficie del océano; en particular, sobre las características del oleaje lejano (swell) que se propaga dentro del área de observación del sensor. Imágenes SAR adquiridas sobre el Golfo de Tehuantepec han sido analizadas con el objeto de estimar la variabilidad del oleaje largo durante los eventos de viento intenso, conocidos localmente como Tehuanos. Resultados preliminares muestran la distribución espacial de varios sistemas de oleaje coexistiendo en tiempo y espacio. Se observa en ellos una importante variación de la altura significativa Hs, de hasta un 70% a lo largo de 300 kilómetros en aguas profundas, como función de la dirección de propagación. Con la ayuda de simulación numérica se investigará la posibilidad de que las observaciones sean resultado de la variabilidad natural del estado del mar.

Sesión Regular

PALEONTOLOGÍA

Organizador:

David Zamudio Ángeles

PALEO-1

PECES ELLIMMICHTHYIFORMES DE LA CANTERA TLAYÚA, PUEBLA (CRETÁCICO TEMPRANO), MÉXICO

Melgarejo Damián María del Pilar y Alvarado Ortega Jesús
Instituto de Geología, UNAM
 pilar_melgarejo@yahoo.com

De los alrededor de 4, 200 ejemplares de peces y reptiles de la Cantera Tlayúa (Cretácico temprano), municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla, depositados en la Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, aproximadamente el 5% (200 ejemplares) está constituido por peces Ellimmichthyiformes. Esta abundancia de ejemplares presenta una gran ventaja por sobre otras colecciones al permitir evaluar diferencias y variedades inter e intraespecíficas de los miembros de este orden dentro de una misma localidad. Con ello contribuirá de manera considerable al esclarecimiento de sus relaciones filogenéticas y biogeográficas. Desafortunadamente, y a pesar de que el orden de los Ellimmichthyiformes ha sido extensivamente estudiado de varias localidades a nivel global, los representantes de este grupo en la Cantera Tlayúa han sido superficialmente revisados. Más aún, gran parte del material de estos peces aún requiere ser preparado, descrito e identificado. A fines del siglo pasado, Chang y Grande (1997) los estudiaron someramente y asignaron al género Ellimmichthys; a partir de entonces, no se han realizado análisis que confirmen o refuten esta asignación. El presente trabajo es el inicio de un estudio detallado de los Ellimmichthyiformes de la Cantera Tlayúa cuyo propósito es identificar a los ejemplares a nivel taxonómico y determinar su posición con respecto al resto de los Ellimmichthyiformes a nivel mundial. De los ejemplares revisados hasta el momento, se han observado someramente dos formas distintas presentes en la muestra. El objetivo del presente trabajo fue el de determinar mediante métodos estadísticos multivariados si dichas diferencias eran estadísticamente significativas o no. Estos resultados, aunados a los obtenidos de un análisis cualitativo, contribuirán a determinar si los Ellimmichthyiformes de Tlayúa pertenecen a uno o varios taxa.

PALEO-2

PALEONTOLOGIA Y MICROFACIES EN ROCAS CARBONATADAS DEL CAMPANIANO INFERIO-MEDIO, EN EL CENTRO-NOROESTE DE SAN LUIS POTOSÍ

Pichardo Barrón Yolanda y Aguilar Pérez Javier
Universidad Autònoma de Barcelona, España
 yopiba@hotmail.com

El estudio integrado de la macro fauna, la microflora y las microfacies que caracterizan los sedimentos carbonatados de plataforma que afloran en las localidades de Armadillo de los Infantes, Villa Hidalgo y Guadalcázar en el estado de San Luis Potosí, permiten definir las características bio-cronológicas y lito-estratigráficas de estos materiales que hasta la actualidad han sido atribuidos a la formación El Abra, habitualmente considerada en su zona de definición como de edad Albiano- Cenomaniano.

La identificación de la fauna de rudistas hippurítidos (Torreites sanchezi y Barretia monilifera) indican que estos sedimentos se depositaron durante el Campaniano inferior-medio correlacionables en tiempo con los reportados para la Provincia Biogeográfica Caribeña lo que contradice la edad asignada tradicionalmente.

El análisis microfacial muestra que estos materiales carbonatados compuestos de calizas masivas biomicriticas y brechas biocalcáreas-arcillosas se depositaron en ambientes someros de baja energía con condiciones de salinidad normal donde se desarrollaron bioconstrucciones de rudistas asociados con gasterópodos, corales, equinodermos, foraminíferos bentónicos y algas calcáreas y en ambientes del margen del talud.

La microflora identificada está constituida por los géneros de algas dasicladáceas Heteroporella y Trinocladus reconocidas por primera vez en México.

Estas comprobaciones permiten cuestionar la atribución de estos depósitos a la formación El Abra, caracterizada por un contenido de rudistas ausentes en estos depósitos, como los caprinidos por ejemplo.

PALEO-3

BIOSIGNATURAS MICROBIANAS EN TROMBOLITOS RECIENTES DE CUATRO CIENEGAS

Chacon Baca Elizabeth¹, Cossío Tomas¹ y Rohmer Michel²
¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
²Institute Le Bel, Louis Pasteur Université, Francia
 elizachb@fct.uanl.mx

Las macroestructuras organosedimentarias de carbonatos conocidas comúnmente como microbialitas presentes en Cuatro Ciénegas, Coahuila, son ecosistemas microbianos altamente complejos que representan, en cierta forma, descendientes evolutivos del Precámbrico, cuando la vida microbiana dominaba

la historia biológica de la Tierra. En esta localidad es posible encontrar diferentes tipos de microbialitas, entre las que se encuentran los trombolitos. Los trombolitos están constituidos por diversas comunidades de microorganismos procariontes como las cianobacterias, que en esta área forman verdaderos tapetes microbianos de más de 2 cm de espesor, así como de microorganismos eucariontes como las diatomeas. En éste trabajo se presentan los diferentes tipos de "huellas" o signatures biosedimentarias preservadas en los trombolitos analizados y de los tapetes microbianos conformados por cianobacterias y asociadas a ellos. Entre las signatures de cianobacterias se han recuperado ciertos biomarcadores moleculares de hopanoides característicos de cianobacterias.

PALEO-4

ESTUDIO DE LA DIETA DE MAMMUTHUS COLUMBI DE TOCUILA, ESTADO DE MÉXICO

Pérez Crespo Víctor Adrián^{1,2}, Arroyo Cabrales Joaquín³, Benammi Mouloud⁴, Polaco Oscar J.³, Santos Moreno Antonio¹, Morales Puente Pedro⁵ y Cienfuegos Alvarado Edith⁵

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Oaxaca

²Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM

³Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH

⁴Universidad de Poitiers

⁵Instituto de Geología, UNAM

vapc79@gmail.com

En la localidad de San Miguel Tocuila, Municipio de Texcoco, Estado de México, se descubrió en 1996 un yacimiento paleontológico pleistocénico de gran importancia, la fauna presente incluye restos de camello (Camelops hesternus), bisonte (Bison sp.), caballo (Equus sp.), un felino grande (Panthera atrox/Smilodon sp.) y sobre todo mamut de las praderas (Mammuthus columbi), así como evidencia de actividad humana asociada, todo ello concentrando en un antiguo canal con sedimentos aluviales mezclados con cenizas de varios volcanes circundantes, con base en fechamientos de radiocarbono convencional y de espectrometría de masas, se obtuvo una fecha promedio de 11, 200 años antes del presente. Cinco individuos de mamut se reconocieron y basados en los datos morfológicos y su comparación con animales de otras regiones, se sugiere que eran animales con hábitos alimentarios pasedores. Para corroborar ello y, considerando que estudios anteriores realizados con ejemplares procedentes de El Cedral y Laguna de las Cruces, San Luis Potosí, indican que esta especie era capaz de incluir hojas de árboles y arbustos en su dieta (dieta mixta C3/C4), se evaluó la dieta de los ejemplares de Tocuila usando el marcador biogeoquímico $\delta^{13}C$ procedente del apatito del esmalte dental. Este se obtuvo de las primeras placas de los molares usando un taladro Dremel con una fresa de dentista de carburo, los residuos se trituraron en un mortero de ágata y así obtener un polvo fino, adicionándole agua oxigenada al 30% por dos horas y posteriormente las muestras se enjuagaron tres veces con agua destilada, agregando a continuación una solución de acetato de sodio y ácido acético por nueve horas, las muestras se volvieron a enjuagar tres veces con agua destilada y finalmente se les agregó alcohol etílico y se dejaron secar por 12 horas en un horno a 90 °C. Una vez secas las muestras se procedieron a su análisis en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica de la UNAM, donde se les adicionó ácido fosfórico al 100% y así liberar el CO₂ del carbonato para ser medido en un espectrómetro de masas Finnigan MAT 253. Los resultados se expresaron en Viena Pee Dee Belemnite (‰VPDB), comparándose estos con los obtenidos para El Cedral y Laguna de las Cruces, mediante un Análisis de Varianza y la Prueba de Tukey-Hammer, con una $p < 0.05$. En promedio, los ejemplares de Tocuila exhibieron un valor de -3.6‰, valor que indica una dieta mixta de plantas C3/C4, con un porcentaje de plantas C4 estimado de 60%, mostrando un rango de valores entre -1.35‰ (pasedor, ‰C4: 93.5%) a -5.14 ‰ (dieta mixta, ‰C4: 53.5%). La comparación de estos datos con los de referencia señalados, no muestran diferencias significativas ($p < 0.368501$) lo que sugiere que algunas poblaciones de mamutes que habitaron en el país, no consumían exclusivamente pastos u otras herbáceas, sino que incluían en su dieta hojas de árboles y arbustos tal y como lo hacen los elefantes actuales.

PALEO-5

LOS EQUIDOS DE LA FORMACIÓN JUCHIPILA, HENFILIANO TARDO DE ZACATECAS

Carranza Castañeda Oscar
Centro de Geociencias, UNAM
 carranza@geociencias.unam.mx

En la cuenca de Juchipila, en diferentes localidades se ha recolectado, abundante material de équidos, molares aislados de Neohipparion eurystyle, molares superiores e inferiores y elementos poscraneales de Calippus hondurensis y molares inferiores y un cráneo que ha sido asignado a Dinohippus mexicanus, difiere de Dinohippus interpolatus en la estructura de la fosa dorsal con bordes definidos y la dentición, especialmente la forma del protocono y las estructuras de la superficie oclusal.

Neohipparion eurystyle, es un caballo tridáctilo que tiene amplia distribución geográfica en México, se ha reportado de todas las localidades del Henfiliano temprano-tardío que se conocen en México. El material fósil asignado a Calippus

hondurensis, presentan los caracteres diagnósticos de la especie, los molares son hipsodontes, fuertemente curvos, protocono unido al protoselene por medio del istmo estrecho, el talón del protocono muy reducido, las fosetas simples, en México se ha recolectado en las faunas de Zietla en Hidalgo y la Presa y la Nopalera en el estado de Guanajuato, la edad de estas fauna se asigno a lo mas temprano del Henfiliano tardío. *Dinohippus mexicanus*, es un índice estratigráfico del Henfiliano tardío, el material colectado es un cráneo casi completo, con las estructuras de los premaxilares y región facial completos, donde se observa una fosa dorsal representada por una ligera depresión, lo cual contrasta severamente con los ejemplares de *Dinohippus* de las faunas del Henfiliano temprano de la cuenca de Tecolotlán, Jalisco y las localidades del Henfiliano tardío de la cuenca de San Miguel de Allende, Guanajuato, con los cuales fue comparado. La dentición presenta los caracteres diagnósticos de la especie, incluida la forma del protocono con el extremo posterior agudo ("Wooden shoe shape").

El registro de *Dinohippus mexicanus* en esta cuenca, es el primero que se menciona coexistiendo con *Calippus hondurensis* que esta ampliamente distribuido en la fauna de Florida, USA en faunas del Henfiliano temprano, lo que implica ser el registro mas antiguo en faunas del centro de México.

El fechamiento radiométrico obtenido de las cenizas volcánicas de una de las localidades que contiene molares de *Calippus*, ha proporcionado edades de 6 millones de años lo que sitúa este registro como el mas antiguo que se conoce en faunas del Terciario tardío de México.

La asociación de équidos de la cuenca de Juchipila, ha permitido definir la posición bioestratigráfica de las faunas del Henfiliano temprano-tardío del centro de México.

PALEO-6 CARTEL

PALEOBIOLOGÍA DE MOLUSCOS DULCEACUÍCOLAS Y TERRESTRES DEL PLEISTOCENO TARDÍO DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA

Guerrero Arenas Rosalía¹, Jiménez Hidalgo Eduardo¹, MacFadden Bruce² y Cabrera Pérez Lucía¹

¹Universidad del Mar

²Universidad de Florida, USA

rosaliaga@zicatel.umar.mx

El estudio de las localidades pleistocénicas mexicanas se ha enfocado mayormente a los vertebrados, principalmente a los mamíferos. A la fecha, se han realizado pocas investigaciones en torno a los invertebrados encontrados en estos mismos yacimientos. En este estudio, se realizó una revisión preliminar de la fauna de moluscos dulceacuícolas y terrestres de tres localidades en la Mixteca Alta Oaxaqueña, como parte de las actividades del proyecto CONACyT Ciencia Básica 78793. Estos ejemplares se encuentran en depósitos fluviales, la mayoría de las veces asociados con restos de vertebrados. El listado preliminar comprende gasterópodos terrestres de las familias Pupillidae, Succineidae, Urocoptidae y Polygyridae, así como dulceacuícolas de las familias Physidae y Planorbidae; además, se encontraron bivalvos de la familia Sphaeriidae. La presencia de estos moluscos sugiere la existencia de cuerpos de agua semipermanentes, así como una vegetación acuática relativamente abundante, asociada a éstos.

Los ejemplares examinados son de afinidad holoártica y la mayoría de ellos se encuentran presentes en las faunas pleistocénicas de diferentes yacimientos fosilíferos en Texas, Oklahoma y Kansas. Hoy en día, esta fauna malacológica ha sido reemplazada por especies consideradas como invasoras, como *Helix aspersa*, *Rumina decollata* y *Euglandina rosea*.

PALEO-7 CARTEL

FAUNAS MARINAS DE INVERTEBRADOS DEL CÁMBRICO TEMPRANO Y MEDIO EN LA PARTE CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA, MEXICO

Cuen Romero Francisco Javier¹, Almazán Vázquez Emilio¹, Montijo González Alejandra¹, Minjarez Sosa Ismael¹, Grijalva Noriega Francisco Javier¹, Monreal Saavedra Rogelio¹, Schwenicke Tobias² y Ochoa Granillo José Alfredo¹

¹Universidad de Sonora

²Universidad Autónoma de Baja California Sur
franciscoj.cuenr@a2004.uson.mx

En la parte central del Estado de Sonora, en las inmediaciones del poblado San José de Gracia ubicado a 30 kms al noroeste de la Ciudad de Hermosillo, afloran rocas marinas del Cámbrico Temprano y Medio.

La macrofauna está representada por trilobites, braquiópodos y crinoides. Así como también un alto contenido en icnofósiles.

Entre los trilobites predomina la infauna, es decir, organismos hipobentónicos (Peronopsis). La epifauna es abundante y constituida por: *Bristolia*, *Bathyriscus*, *Elrathia*, *Kootenia*, *Pagetia*, *Oryctocephalus*, *Ehmaniella* y *Oryctocara*.

Como géneros de braquiópodos se encuentran: *Acrothele*, *Prototreta*, *Dictyonina* y *Linnarsonia*.

Con respecto a la diversidad de icnofósiles se cuenta con los siguientes icnogéneros: *Scolithus*, *Arenicolites*, *Paleophycus* y *Thalassinoides*.

La fauna mencionada se encuentra en buen estado de conservación, siendo en general la mayor parte moldes externos. El depósito de individuos es abundante, pero no muy variado con respecto a especies.

La edad de estas rocas son del Waucobaniense (Cámbrico Temprano) con la presencia de los fósiles índice *Bristolia* sp. cf. *B. bristolensis*, zona vital de *Olenellus*; así como también *Bathyriscus*, *Albertaniense* (Cámbrico Medio).

La asociación faunística anterior revela un ambiente marino de plataforma somera. La abundancia de fósiles en el área, indica también condiciones de aguas con baja energía, como lo revelan lutitas con alto contenido en trilobites. Además el ambiente geoquímico que se presenta es de gran contenido de oxígeno, ya que no se encuentran lutitas carbonosas, sino lutitas con minerales altamente oxidados.

El conocimiento de estas faunas permite establecer afinidades específicas con otras faunas como lo son: Estados Unidos (California, Wisconsin, Montana, Idaho y Utah); Canadá (Columbia Británica y Terranova); Europa (Reino Unido) y África (Marruecos). Todas estas pertenecientes a la Provincia Pacífica (Dominio faunístico Acadio-Báltico).

PALEO-8 CARTEL

RUDISTAS DEL BARREMIANO-APTIANO INFERIOR DE LA FORMACIÓN CUPIDO EN EL CERRO DE LABRADORES, GALEANA, NUEVO LEÓN

Aguilar Pérez Javier¹, Alencáster Gloria² y Pichardo Barrón Yolanda¹

¹Universidad Autónoma de Barcelona, España

²Instituto de Geología, UNAM
xava69@hotmail.com

El presente estudio incluye una fauna de rudistas extraídos de la parte basal de la Formación Cupido en el Cerro de Labradores, Galeana, Nuevo León. El Cerro de Labradores es una estructura anticlinal recostada cuyo núcleo está formado por calizas de la Formación Cupido. Los estratos calizos de la Formación Cupido se presentan de manera normal sobreyaciendo concordantemente a los estratos de la Formación Taraises y subyaciendo a los de la Formación La Peña. Se reporta en este lugar la presencia por primera vez en América de un espécimen de *Pachytraga paradoxa* además de otros rudistas conocidos en otras áreas de México como *Toucasia texana*, *Amphitriscoelus waringi*, *Pantojalaria sphaerica*, *Offneria* sp. cf. *O. simplex* y *Caprina massei*. La edad de los estratos está controlada por la correlación de las mismas formaciones con otros trabajos realizados recientemente en el noreste de México.

PALEO-9 CARTEL

LOS MAMÍFEROS PLEISTOCÉNICOS DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA

Jiménez Hidalgo Eduardo¹, Guerrero Arenas Rosalía¹, MacFadden Bruce² y Cabrera Pérez Lucía³

¹Laboratorio de Paleobiología, Universidad del Mar

²Florida Museum of Natural History, University of Florida

³Licenciatura en Biología, Universidad del Mar
eduardojh3@yahoo.com.mx

El Pleistoceno se caracterizó por fluctuaciones climáticas rápidas y repetitivas que provocaron periodos glaciales interrumpidos por periodos interglaciares, los cuales a su vez, repercutieron de manera importante en la distribución y la estructura de las comunidades faunísticas de América del Norte.

En México los sedimentos continentales pleistocénicos están ampliamente distribuidos. Sin embargo, las faunas de mamíferos más estudiadas están en la Faja Volcánica Transmexicana y en el norte del país, por lo que existe mayor cantidad de información sobre las faunas de la Región Biogeográfica Neártica respecto a la Región Biogeográfica Neotropical.

Con relación a Oaxaca, las localidades con restos pleistocénicos para el estado sólo representan el 2.5 % de la totalidad del país.

Debido a lo anterior, se inició la investigación paleobiológica integral (proyecto CONACYT-Ciencia Básica 2007 N° 78793) de la fauna de mamíferos que habitó una región del sur del país, en la parte norte del neotrópico.

El área de estudio se encuentra en la porción noroccidental del estado de Oaxaca, dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, subprovincia Tierras Altas de Oaxaca, entre los 17° 26'-17° 55' Lat. N y los 97° 20'-97° 40' Long. W. En la parte norte del área, los fósiles se encuentran en un estrato de arena fina con lentes de arena gravosa y de limo de aproximadamente un metro de espesor, el cual sobreyace discordantemente a volcánoclastos oligocénicos, mientras que en la parte sur del área de estudio el estrato portador consiste de arena limosa con lentes de conglomerado y limo arcilloso cuyo espesor varía de los 50 cm a los 200 cm; dicho estrato sobreyace en discordancia a la Formación Yanhuiltán.

Los ejemplares recolectados hasta ahora pertenecen a *Glyptodontinae*, *Camelini*, *Odocoileinae*, *Bovinae*, *Equini*, *Rhynchotheriinae*, y *Elephantidae*. Consisten de elementos craneales, dentales y restos poscraneales. Esta asociación

faunística es similar a la reportada para otras localidades del centro y norte del país. En las capas portadoras también existen moluscos terrestres y dulceacuícolas que frecuentemente están en asociación con los restos óseos.

Estudios previos sobre las probables preferencias de dieta de los taxa reconocidos indican que la mayoría son pasedores o de hábitos herbívoros mixtos, lo cual sugiere un hábitat con vegetación abierta en la zona de estudio.

La continuación de las investigaciones en el área contribuirá a conocer la riqueza taxonómica y estructura de la comunidad de los mamíferos de la Mixteca alta oaxaqueña; coadyuvará a responder si los individuos que habitaron en esta zona durante el Pleistoceno, tenían las mismas preferencias de dieta que sus contrapartes de la misma especie en otras regiones de Norteamérica de la misma edad, o si por el contrario, dichas preferencias variaban de acuerdo con la latitud y permitirá determinar los patrones biogeográficos de las especies reconocidas en el área de estudio durante el Pleistoceno tardío en América del Norte.

Sesión Regular

SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Organizador:

Francisco Javier Grijalva Noriega

SED-1

MECANISMOS DE AHOGAMIENTO Y SEPULTAMIENTO DE LA PLATAFORMA VALLES SAN LUIS POTOSÍ, EN LA LOCALIDAD DE AGUAJE DE GARCÍAS SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Ángeles Hernández Héctor¹, López Doncel Rubén² y Blanco Piñón Alberto¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí

hec17dxf@hotmail.com

En la localidad de Aguaje de Garcías, localizada al NE del estado de S.L.P., aflora una secuencia sedimentaria, en donde las rocas carbonatadas del complejo arrecifal El Abra, desarrolladas dentro una plataforma carbonatada somera denominada Plataforma Valles-San Luis Potosí (PVSLP), son cubiertos por sedimentos terrígenos. Esta sucesión estratigráfica sugiere un cambio brusco en el régimen sedimentario que hasta ahora ha sido poco estudiado. El objetivo del presente trabajo es el de documentar este cambio en el régimen sedimentario por medio de el levantamiento de una sección de 62 m de espesor con 33 muestras recolectadas entre el límite transicional de los sedimentos carbonatados y terrígenos, comenzando el muestreo por los sedimentos carbonatados. Tras su análisis petrográfico y según los criterios clasificatorios de Dunham (1962), para rocas carbonatadas y Flügel (2004) para la caracterización microfacies, se determinaron 3 grupos de muestras. Grupo 1, muestras 1 a 8 están representadas generalmente por mudstones y wackestones con presencia de miliólidos, fragmentos de ruditas, orbitolinidos sp. y crinoideos. Dadas las características sedimentarias, asociación faunística y clasificación de facies, estas muestras corresponden a las zonas de facies (ZF) 7, 8 y 9 es decir depositadas en un ambiente evaporítico de plataforma interior cercano al margen arrecifal. Grupo 2 muestras 9 a 23 corresponden generalmente a mudstones y wackestones margosos con presencia de globotruncanidos, calciesferas y foraminíferos bentónicos que se ubican en las ZF 3, 2 y 1 pertenecientes a los ambientes de pie de talud, plataforma profunda y mar profundo. Grupo 3 muestras 24-33 corresponden a mudstones arcillosos y sedimentos arenosos que pertenecen a las ZF 8 que corresponden a un ambiente de plataforma interna.

De lo anterior se concluye, que las muestras de los sedimentos del grupo 1, sugieren condiciones estables de la plataforma y se correlacionan con la Formación El Abra. Para las muestras del grupo 2, se dan condiciones inestables y el arribo de material terrígeno depositado en aguas profundas que terminaron por ahogar la PVSLP y que coincide con otros ahogamientos de plataformas reportados en México para el Cretácico Superior, además estos sedimentos son correlacionables con la Formación Soyatal, y por ultimo, los sedimentos margoso arcillosos y arenosos del grupo 3 depositados dentro de una plataforma interna fueron los responsables de sepultar la PVSLP, estos sedimentos son correlacionables con la Formación Cárdenas.

SED-2

ESTUDIOS PETROGRÁFICOS EN ARENISCAS DEL CRETÁCICO TARDÍO EN LA PORCIÓN CENTRAL DE SAN LUIS POTOSÍ, PROCEDENCIA Y AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN

Zavala Arriaga María Mercedes y López Doncel Rubén

Instituto de Geología, UASLP

zamary92@hotmail.com

A finales del Mesozoico durante el Cretácico Superior el dominio talasocrático y carbonatado que imperó gran parte del Jurásico y en casi la totalidad del Cretácico cedió localmente ya sea de manera transicional como de forma abrupta a la influencia de material arcilloso y detrítico continental, el cual no solo inhibió progresivamente la producción de carbonatos sino que fue aumentando hasta cubrir prácticamente las sucesiones calcáreas. Este material detrítico proveniente del oeste variaba en fracciones que iban desde los limos y arcillas hasta arenas gruesas. En la porción central del estado de San Luis Potosí afloran en buenas condiciones sucesiones sedimentarias de este tipo donde es posible estudiar a las rocas clásticas mayormente continentales y cuyas granulometrías varían de arenas finas a gruesas con el objetivo de poder dar en base a estudios petrográficos información sobre la procedencia de las areniscas y con ayuda de estudios sedimentológicos brindar información sobre el ambiente de depositación de las rocas.

Las areniscas se presentan normalmente en capas de 10 hasta 30 cm de espesor de color café verdoso hasta rojizo. Estructuras sedimentarias como rizaduras, estratificación cruzada, marcas de carga, etc, así como una gradación normal se presentan normalmente. El tamaño de grano varía de arenas finas a arenas gruesas y morfológicamente varían desde angulares a subredondeados. El contenido de granos llega a ser muy cambiante siendo este desde un 20% hasta en algunas muestras del 80-90%, por lo que la fábrica varía de soportada en lodo a granos y es medianamente clasificada. La matriz es calcárea y arcillosa. Según la clasificación de Pettijohn (1975), y de acuerdo al conteo estadístico de granos las areniscas varían de areniscas líticas en menor grado y principalmente en grauwaacks líticas por el gran contenido en fracción fina (matriz). La procedencia se estimó en base a los diagramas de Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson (1986), obteniendo un origen en las zonas limítrofes de un arco magmático y un orógeno reciclado.

Finalmente es de notar que las rocas detríticas cubrieron a secuencias carbonatadas de zonas de cuenca hasta plataforma (transición Cuenca Mesozoica del Centro de México y Plataforma Valles – San Luis Potosí), siendo la tendencia principal de los depósitos continentales a ser del tipo turbidítico y flyshoidal lo que sugiere ambiente profundos para su depositación.

SED-3

FACIES TURBIDÍTICAS EN AFLORAMIENTOS DE LA CUENCA PALEÓGENA DE CHICONTEPEC, EN EL SURESTE DE SAN LUIS POTOSÍ Y NORESTE DE HIDALGO, MÉXICO

Santillán Piña Noé y Aguayo Camargo Joaquín Eduardo

Facultad de Ingeniería, UNAM

noesant@hotmail.com

El área de estudio comprende la porción noroccidental de la Cuenca de Chicontepec, en afloramientos de la Formación Chicontepec en las cercanías de los poblados de Alfredo M. Terrazas y San Martín Chalchicuautla en el sureste del estado de San Luis Potosí y de San Felipe Orizatlán en el noreste de Hidalgo.

La Cuenca de Chicontepec, formada durante el Paleógeno Temprano (Paleoceno-Eoceno Inferior), contiene potentes espesores estratigráficos de secuencias terrígenas de composición silicilástica y calcárea, derivados principalmente de la denudación de la Sierra Madre Oriental, al occidente; de la paleoisla de Tuxpan, al oriente; y del macizo de Teziutlán, al sur.

Los mecanismos de transporte de las secuencias sedimentarias fueron por derrumbes y flujos de escombros, en forma de "aprónes" y por corrientes de turbidez, cuyos depósitos fueron de forma abanicada y longitudinal, dependiendo del volumen y frecuencia de los aportes sedimentarios, de la pendiente y relieve del talud y del piso marino, y de velocidad, dirección y persistencia de las corrientes de fondo.

Las secuencias estratigráficas en afloramientos aislados de los ambientes turbidíticos identificados y analizados en este trabajo, corresponden únicamente a la porción inferior de la Formación Chicontepec (determinado por posición estratigráfica); particularmente en cada uno de ellos se interpretaron dos subambientes mayores dentro de los abanicos, el medio y el externo, cuyos criterios para su identificación fueron sustancialmente tres: (a) Estratigráficos (espesores y geometría); (b) Estructuras sedimentarias primarias; y (c) Estructuras por deformación intraformacional.

Para la caracterización petrográfica de la secuencia litoestratigráfica, se analizaron algunas muestras en forma selectiva de estratos representativos de las secciones estudiadas, en las que predominan los fragmentos líticos, feldespáticos y calcáreos, textural y composicionalmente inmaduros, estos últimos tienen un rango de abundancia entre 40 y 88%, con fragmentos angulosos de conchas de moluscos, miliólidos, algas calcáreas y microforaminíferos bentónicos; todos ellos sugieren una fuente relativamente cercana, transportados por regímenes turbulentos y turbidíticos depositados y sepultados rápidamente.

Es la intensión de este estudio, que la identificación, caracterización e interpretación de las facies turbidíticas y de sus ambientes sedimentarios en afloramiento, contribuya al conocimiento sobre los mecanismos de transporte y depósito de los complejos turbidíticos de la cuenca Paleógena de Chicontepec.

SED-4

DIAGÉNESIS Y ORIGEN DE LA POROSIDAD DE LAS FACIES TURBIDÍTICAS EN EL NOROESTE DE LA PALEOCUENCA TERCIARIA DE CHICONTEPEC, SW DE SAN LUIS POTOSÍ Y NE DE HIDALGO, MÉXICO

Aguayo Camargo Joaquín Eduardo y Santillán Piña Noé

Facultad de Ingeniería, UNAM

aguayojec@yahoo.com.mx

El área de estudio se localiza en el noroccidente de la paleocuenca terciaria de Chicontepec, y comprende desde unos 30 km. al norte de Tamazunchale, suroeste de S.L.P. hasta unos 27 km. al sur de San Felipe Orizatlán, noreste de Hidalgo.

Autores previos coinciden que la paleocuenca terciaria de Chicontepec es el resultado de las pulsaciones tectónicas laramídicas que dieron origen a la Sierra Madre Oriental, y que simultáneamente hacia el oriente de ésta, la cuenca mesozoica Tampico-Tuxpan subsidó durante el Paleoceno-Eoceno Inferior, formándose la cuenca y el cañón de Chicontepec, cuyos aportes sedimentarios provinieron principalmente del terreno continental aflorante en el occidente de la cuenca terciaria, transportados por sistemas fluviales y litorales hasta el margen de la plataforma terciaria y hacia el talud y fondo de la cuenca, como deslizamientos masivos de sedimentos, derrumbes, flujos de escombros y por corrientes de turbidez.

La paleo-cuenca de Chicontepec está orientada del noroeste al sureste, paralela a la zona litoral del Golfo de México y comprende una superficie de unos 11 300 km², con una columna estratigráfica repetitiva de areniscas limo-arcillosas y limolitas areno-arcillosas del Paleoceno-Eoceno Inferior, de ambientes marinos profundos, que la han hecho atractiva como prospecto en la exploración geológica-petrolera.

Las rocas de la Formación Chicontepec estudiadas durante esta investigación comprenden en su mayor parte litoclastos calcáreos (40-88 %) con fragmentos fósiles de ambientes someros y profundos (moluscos, equinodermos, espículas de esponjas, miliólidos y foraminíferos bentónicos y planctónicos). Otros litoclastos son de areniscas y limonitas (15%-25 %); rocas metamórficas (3-5%); fragmentos volcánicos (2-4 %) con cuarzo, plagioclasas sódicas, cálcicas y potásicas., y otros minerales accesorios (< 1%). Petrográficamente las rocas estudiadas pertenecen al clan inmaduro de litarenitas calcáreas, calcilitas y sublitarenitas volcano-feldespatícas, calcáreas.

La porosidad y permeabilidad disminuyeron durante el sepultamiento de la columna estratigráfica y por presión-solución, se formaron minerales autigénicos, tales como, calcita, dolomita, cuarzo, clorita y caolinita, entre otros; con la consecuente disminución de la porosidad y permeabilidad iniciales, hasta el 12 al 14% y 0.01 a 100 milidarcys, respectivamente. Por tectonismo, la porosidad secundaria fue inducida por microfracturamiento, localmente impregnada con aceite crudo.

Por lo tanto, la Formación Chicontepec parece ser poco atractiva para la exploración geológica-petrolera, por lo errático de los cuerpos areno-arcillosos y por sus propiedades petrofísicas que son bajas en porosidad y permeabilidad.

SED-5

CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS Y PETROLÓGICAS DE LA SECUENCIA CARBONATADA EN EL POZO YAXCOPOL-1, SOBREYACIENTE A LAS BRECHAS DE IMPACTO DEL CRÁTER CHICXULUB

Escobar Sánchez Juana Elia y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
elia@geofisica.unam.mx

El Cráter Chicxulub se encuentra ubicado en la porción noroeste de la Península de Yucatán, caracterizado como una estructura compleja de tipo cuenca multianillada con diámetro de 200 km. Se encuentra sepultado por una secuencia de rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Cenozoica, representa una de las estructuras más grandes y mejor documentadas sobre la Tierra, con una edad de ~65 millones de años.

El presente trabajo está enfocado a documentar las características sedimentológicas y petrológicas de la secuencia carbonatada, la cual fue muestreada. Se investigan los primeros 400 m de núcleo, hasta los 795 m, sobreyacentes a los depósitos de brechas de impacto. De esta caracterización de la secuencia, se realiza una interpretación paleoambiental.

El pozo Yaxcopol-1, se encuentra situado a los 20.74° latitud Norte y 89.72° longitud Oeste, a una distancia radial de 62 km del centro de la estructura del cráter, al sur de la ciudad de Mérida. El pozo fue perforado por un sistema rotatorio desde la superficie hasta los 404 metros, después se obtuvo una recuperación continua de núcleo hasta llegar a una profundidad total de 1511 metros.

El trabajo consiste en dos partes, la primera consiste en la descripción macroscópica de los núcleos de la secuencia calcárea depositada sobre el material de impacto en el pozo Yaxcopol-1, con el objetivo de dar a conocer las posibles unidades y sub-unidades sedimentarias depositadas en los sedimentos paleógenos pertenecientes a dichos pozos. En una segunda parte, se llevó a cabo la descripción petrográfica de dichas facies para determinar un estudio sobre la geología de los sedimentos post-impacto del cráter y dar un panorama sobre la formación de la parte noroeste de la Península de Yucatán.

Se estudiaron 231 muestras en sección delgada de donde se reconocieron 10 unidades litológicas, con diferentes estructuras características de un ambiente de plataforma. La unidad 1 conformada desde los 785.47 m hasta los 792.17 m, con un espesor de 6.7 metros, está constituida por calizas arcillosas con laminaciones de color gris claro y calizas dolomitizadas, con laminaciones festoneadas. Determinándose diez unidades de roca, hasta llegar a la cima de la secuencia donde la unidad 10 (404.01 a 529.89 metros), con un espesor de 125.88 m. Constituida por calizas arcillosas, dolomitizadas con pseudolentes de sílice y esporádicos estratos de lutitas.

El estudio de las microficies indica un ambiente estable, debido a las variaciones en las texturas, todas estas dentro de un ambiente somero de rampa media a externa, con posibles subsidencias locales y profundizaciones dentro de las facies. Lo cual se pudo corroborar mediante la fauna registrada, caracterizada por especies como foraminíferos planctónicos como *Morozovelas angulosas*- *M. velascoensis*, que indican ambientes profundos, así como *Ranikothalia bermudezi*, *Ranikothalia sp* y *Neodiscocyclus cf. Barkeri*, indicadoras de ambientes de plataforma externa. Cabe mencionar que se sigue trabajando en la bioestratigrafía, con el objeto de determinar los límites en el pozo del Paleoceno Superior al Eoceno Medio.

SED-6

ABANICO DELTA EL CALIFIN DE LA BAHÍA DE LA PAZ, BCS, FORMA, CONDICIONES AMBIENTALES Y SEDIMENTOS

Cruz Orozco Rodolfo y Cruz Chávez Francisco Daniel
Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur
rcruz@uabcs.mx

El Califin se encuentra al noroeste de la ciudad de La Paz y al oeste de la Bahía de La Paz, es de forma lobular, casi plana, modelada por las fuerzas marina, eólicas y fluviales; su playa norte es amplia de 33 m, formada por aren a media con algunas bermas y tiene 11# de pendiente; mientras que las playas este y sur tienen un promedio de 14 m de ancho, con una pendiente de 28#, formadas por arena gruesa, gravas, guijarros y peñascos, con una pendiente de 60# frente a la boca del arroyo el Califin. En la margen norte del delta se halla una duna de arena media bien clasificada de fragmentos de roca, cuarzo cristalino, fragmentos de conchas y ooides de fosforita; asimismo, esta parte norte está cubierta por vegetación de agua dulce, mientras que la porción sur está poblada por vegetación de agua salobre.

La porción subacuosa presenta las isobatas 1, 2, 3, y 4 casi paralelas al litoral, el resto son irregulares, presentando dos canales inactivos y quizás hasta la isobata de los .8 m sea parte del material deltaico. La temperatura promedio del agua superficial fue de 25# C; la salinidad fluctuó entre los 35 y 36 ppm; el tren del oleaje fue del norte, con una altura de 25 cm y una longitud de 6 m. Los sedimentos marinos presentaron un pH de 8.2, constituidos por arena fina y media, con clasificación moderadamente a bien clasificada, su composición fue de fragmentos de rocas, conchas cuarzo cristalino, y lecho, feldespatos, ooides de fosforita y foraminíferos

SED-7

EVOLUCIÓN ESTRATIGRÁFICA EN EL MARGEN OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE SAN JOSÉ DEL CABO, ARROYO SAN DIONISIO, BAJA CALIFORNIA SUR

Arreguín Rodríguez Gabriela de Jesús y Schwennicke Tobias
Universidad Autónoma de Baja California Sur
gabyta_dj@hotmail.com

El arroyo San Dionisio se encuentra en la parte noroeste de la cuenca de San José del Cabo (CSJC), la cual es un medio graben limitado al oeste por la falla San José del Cabo, con rocas del basamento pertenecientes a las sierras La Victoria (al oeste) y Trinidad (al este) presentes a ambos lados. El origen de la CSJC ha sido relacionado con la apertura del Golfo de California a partir del Mioceno Medio a Tardío, tiempo durante el cual se tuvo la activación de la falla San José del Cabo. Esto provocó el depósito de abanicos aluviales a lo largo de la falla, agrupados estratigráficamente por Martínez-Gutiérrez (1997) en las Formaciones Los Barriles y El Chorro. Ambas formaciones afloran en el arroyo San Dionisio, separadas por una discordancia angular. Sus capas inclinan hacia el oeste (hacia la falla), indicando que la falla de San José del Cabo es de tipo listrico. Las Formaciones Los Barriles y El Chorro están compuestas principalmente por arenisca y en menor proporción por conglomerado; sin embargo, debido a que la Formación Los Barriles es más conglomerádica en su área tipo (arroyo Buenos Aires), se propone su división en dos miembros, uno conglomerádico en la localidad tipo y otro más arenoso en el arroyo San Dionisio. La discordancia que separa a las Formaciones Los Barriles y Chorro indica tanto la rotación de la Formación Los Barriles antes del depósito de la Formación El Chorro, así como también un período de erosión, el cual podría reflejar que el nivel base bajó y por lo tanto, que hubo un cambio relativo en el nivel del mar. Por otra parte, la Formación Los Barriles lateralmente hacia el centro de la CSJC se interdigita con areniscafangosa bioturbada con madrigueras, que marca la influencia marina en el área. Litológicamente estas rocas marinas son consideradas como parte de la Formación Trinidad y no de la Formación Refugio, como ha sido señalado por autores anteriores. La interdigitación entre las Formaciones Los Barriles y Trinidad se interpreta como un sistema de abanico aluvial-abanico delta de bajo ángulo, debido a la ausencia de foresets. Los estratos en el área de estudios no contienen fósiles. La localidad más próxima para fechar las rocas de la Formación Trinidad es el área de El Torote, ubicado 9 km al sureste, donde diferentes autores sugieren edades variando de Mioceno Superior a Plioceno Superior. De manera general se concluye que en el arroyo San Dionisio se tienen dos periodos de abanicos aluviales, reflejando etapas de actividad de la falla San José del Cabo y cambios del nivel del mar; así mismo la Formación Los Barriles es contemporánea a la Formación Trinidad y no más joven, como ha sido sugerido en trabajos anteriores.

SED-8

LA FORMACIÓN LOMAS DE LA VIRGEN EN BAJA CALIFORNIA SUR: ESTRATIGRAFÍA E IMPLICACIONES REGIONALES

Schwennicke Tobias, Cota Castro Rosario Margarita y García Figueroa Denisse Aurora
Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur
tobias@uabcs.mx

La formación Lomas de la Virgen (García-Figueroa y Schwennicke 2008) aflora al oeste de la ciudad de La Paz en un escarpe morfológico llamado Cordón de la Virgen en mapas topográficos más antiguos y Sierra de los Filos del Treinta y Cinco

en mapas más recientes. El nombre Lomas de la Virgen en todos los mapas refiere a una localidad específica en el área del escarpe.

Anteriormente, los estratos de la formación Lomas de la Virgen fueron considerados por Hausback (1984) como parte de su miembro superior de la Formación Comondú, sin describirlos debidamente. Drake (2005) elevó la Comondú al rango de grupo, sin considerar el paquete correspondiente a la formación Lomas de la Virgen. La Formación (o grupo) Comondú está compuesta por rocas volcanoclásticas y genéticamente relacionada con el arco volcánico oligocénico-miocénico en el noroeste de México. Alrededor la Bahía de La Paz la unidad tiene una edad de Mioceno Inferior.

A pocos kilómetros al oeste del poblado Alfredo V. Bonfil aflora el contacto transicional entre las unidades Comondú y Lomas de la Virgen, caracterizado por un cambio marcado de depósitos volcanoclásticos hacia sedimentos con mayor grado de retrabajamiento. Se define el contacto en la cima de un potente conglomerado. La formación Lomas de la Virgen tiene un espesor de aproximadamente 400 m. La parte inferior de la unidad (aproximadamente 100 m) está compuesta por arenisca con marcada estratificación cruzada de origen eólico, con muy escasas intercalaciones delgadas de lodolita con grietas de desecación y poca arenisca de origen fluvial. El siguiente paquete (aproximadamente 35 m) está compuesto por arenisca eólica y arenisca parcialmente conglomerádica de origen fluvial, dominando más y más los depósitos fluviales. Las capas sobreyacentes (aproximadamente 250 m) se componen de arenisca, arenisca conglomerádica y pocos lentes de conglomerado. Predomina estratificación paralela y cruzada de bajo ángulo y es común la presencia de rizolitos, reflejando un origen fluvial en un ambiente semidesértico. En la cima de la formación se encuentra un paquete de paraconglomerado y arenisca conglomerádica con estratificación cruzada y paralela, marcando un aumento en el nivel de energía en el ambiente fluvial. En toda la formación, con excepción de una delgada toba retrabajada, no se observan evidencias para volcanismo contemporáneo.

La edad de la formación Lomas de la Virgen es Mioceno Inferior tardío a Mioceno Medio, considerando fechamientos radiométricos de Hausback (1984). Su depósito está relacionado con el cese del arco volcánico y la erosión del mismo, antes del inicio del rifting en la región del Golfo de California. El cambio de los depósitos volcanoclásticos arenosos y conglomerádicos en la cima de la Formación/del grupo Comondú hacia los depósitos eólicos en la parte inferior de la formación Lomas de la Virgen probablemente sugiere una reducción marcada en la proliferación de sedimentos, como consecuencia de la extinción del arco.

La formación se extiende hacia el suroeste hasta el área del poblado Reforma Agraria, donde se interdigita con los depósitos marinos costeros de la Formación Salada, reflejando cambios relativos del nivel del mar.

SED-9

PETROFACIES Y PROVENIENCIA DE DOS SECUENCIAS JURÁSICAS EN EL NOROESTE DE SONORA: IMPLICACIONES PARA LA PALEO GEOGRAFÍA DEL EXTREMO NOROESTE DE MÉXICO DURANTE EL MESOZOICO MEDIO

García y Barragán Juan Carlos, Jacques Ayala César,
Rodríguez Castañeda José Luis y Arellano González Luis Carlos
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
jcarlosg@servidor.unam.mx

El Esquisto Altar y la Formación Sierra El Cobre son secuencias metamorizadas de arenisca, limolita y conglomerado similares en edad que se ubican en el noroeste de Sonora. Hasta recientemente han empezado a caracterizarse petrográficamente y a definir su edad isotópica. El protolito más antiguo del Esquisto Altar es de 177 Ma (Jurásico Temprano), mientras que su parte más joven es de 72.2 Ma (Cretácico Tardío). Otros autores obtuvieron una edad de 57 ± 3 Ma para el evento termal laramídico que metamorizó al protolito de Altar. Para la Formación Sierra El Cobre todavía no se dispone de datos geocronométricos, aunque secuencias vecinas muy similares, tanto litológica como estructuralmente, en el extremo suroeste de Arizona (Grupo Topawa), tienen una edad de 170 a 165 Ma (Jurásico Medio). Este trabajo se ha enfocado en la petrografía y en la procedencia de las areniscas jurásicas del Esquisto Altar y de la Formación Sierra El Cobre.

En los cerros Carnero y El Amol, la porción jurásica de 400 m de espesor del Esquisto Altar está compuesta por meta-arenisca, metapelita, caliza recristalizada, esquisto verde y metaconglomerado con clastos de cuarcita. La meta-arenisca incluye plagioclasa, cuarzo y poco pedernal. Las areniscas del Esquisto Altar son vacas arcósicas (Q68 F31 L1) aunque localmente se encuentran arenitas de cuarzo (Q98 F2 L0) y raramente incluyen líticas (Qm43 F31 Lt26). El abundante contenido de cuarzo policristalino metamórfico y de feldespato sugiere que las areniscas de Altar tuvieron una fuerte influencia de una región de transición continental y ligeramente del interior de un cratón. La notable escasez de líticas descarta alguna influencia de un posible arco magmático. La fuente probable de la secuencia de Altar es un terreno levantado del Proterozoico Medio a Paleozoico, semejante al que se encuentra en el sur de Arizona.

La Formación Sierra El Cobre, a 90 km al noroeste de Altar, está integrada por tres ciclos de conglomerado, arenisca y limolita con un espesor de 2.2 km. Todas las areniscas son vacas líticas (Q21 F28 L51) o vacas feldespáticas (Q27 F49 L24). Los líticos son de granito porfídico, andesita porfídica, riolita, limolita, cuarzo policristalino y metapelitas.

El marco detrítico de Sierra El Cobre sugiere que durante el Jurásico Temprano a Medio hubo una transición continental y un orógeno reciclado que dejaron una composición equilibrada (Q38 F31 L31). Sin embargo, la mayoría de las areniscas son ricas en líticos félsicos a intermedios provenientes del arco magmático disectado del Jurásico Medio-Tardío (Qp10 Lv87 Ls3) que se localizaba en el suroeste de la placa de Norteamérica (secuencias Frenal Canyon y Artesa de Arizona). Una posible influencia menor provino del basamento del Precámbrico localizado en la porción noroeste de Arizona, correspondiente a la Meseta de Colorado. Futuras reconstrucciones paleogeográficas y tectónicas del noroeste de México deberán considerar que las petrofacies de Altar y Sierra El Cobre provienen de marcos geotectónicos totalmente diferentes.

SED-10

ALOESTRATIGRAFÍA Y LITOFACIES DEL RELLENO SEDIMENTARIO EN LA CUENCA CENOZOICA LOS ALISOS, NORTE DE SONORA, MÉXICO

Grijalva Noriega Francisco Javier
Universidad de Sonora
grijalva@geologia.uson.mx

La cuenca Los Alisos en la porción septentrional de Sonora tiene una orientación NNW-SSE y evoluciona a partir del Mioceno medio. Durante la etapa temprana de distensión terciaria en Sonora se llevó a cabo el depósito de la Formación Báucarit sobre un basamento pre-miocénico dentro de la cuenca, y su reactivación durante el Plio-Pleistoceno por una etapa tardía de distensión, permite el desarrollo de la aloformación Ímuris.

Esta aloformación se divide en dos alomiembros. El alomiembro inferior está constituido por gravas, desde gránulos hasta guijas de subangulosas a subredondeadas, textura sostenida e incluida y con una clasificación mala a moderada; localmente se observa estratificación gradual normal e inversa, e imbricación de clastos. Dentro de este alomiembro también se encuentran arenas de grano medio a grueso y color pardo medio a pardo rojizo, con estratificación cruzada, laminaciones paralelas y localmente cementadas por calcita, así como lodos laminares con nódulos de carbonato de calcio y minerales evaporíticos (yeso). El alomiembro superior es litológicamente más sencillo ya que está constituido por gravas de guijarros a guijas subredondeadas, de textura sostenida y con clasificación moderada. Las discontinuidades que delimitan esta alonidad están representadas por discordancias angulares y erosionales con las rocas del basamento y la Formación Báucarit, una superficie de erosión interna que delimita a los dos alomiembros, y la superficie de erosión actual.

El esquema de 8 litofacies básicas definido está caracterizado por: gravas masivas con textura incluida (Gmm), gravas estratificadas con textura sostenida (Gh), gravas con estratificación cruzada (Gp), arenas estratificadas (Sh), arenas lenticulares (Sl), limos arenosos (Fl), limos (F), y sedimentos carbonatados (P). Las asociaciones entre éstas dentro de la aloformación Ímuris, permiten interpretar un sistema de abanico aluvial como el ambiente de depósito dominante en la cuenca, dentro del cual, en el abanico aluvial próximo se tienen depósitos dominados por la acción de la gravedad como flujos de detritos, avalanchas y caídos de rocas; el abanico medio está dominado por depósitos asociados a corrientes canalizadas, de desborde y en planicies de inundación, mientras que en el abanico distante se tienen depósitos de planicies de inundación y el desarrollo de una sedimentación local areno-arcillosa dentro de ambientes fluvio-lacustres.

El análisis de la gravimetría y el modelado de secciones gravimétricas, así como las secciones medidas dentro de la cuenca Los Alisos, establecen que ésta corresponde a un medio graben con el desarrollo de tres sub-cuencas y un espesor máximo para la aloformación Ímuris de 660 m.

SED-11

ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DE LA CUENCA DE ACAMBAY, MEXICO DURANTE EL PLIOCUATERNARIO

Israde Alcántara Isabel¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo¹ y Rodríguez Pascua Miguel Ángel²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Instituto Geológico y Minero de España
isaisrade@gmail.com

Los sedimentos Plio Pleistocénicos del paleolago de Acambay corresponden una secuencia lacustre formada por el entrapamiento del cauce del río Lerma durante el Plioceno medio- hasta el Pleistoceno (al menos dos millones de años), dentro del contexto de un régimen vulcano tectónico de intra arco muy activo. Un fallamiento normal muy marcado produjo la subsidencia continua manteniendo un paleolago caracterizado por un hábitat de aguas tendientes a profundas durante la mayor parte de su desarrollo. Cambios de bruscos de facies se asocian tanto al fallamiento como al vulcanismo.

Las asociaciones de diatomeas características del inicio del lago Rhopalodia gibba, Epithemia turgida, Amphora ovalis, Cocconeis placentula y Cymbella sp. que indican aguas bajas, alcalinas y oxigenadas con un cinturón de macrofitas cercano; sobre ellas un episodio volcánico provee la sílice para el desarrollo de una diatomita en la que dominan Stephanodiscus aff. niagarae, Stephanodiscus excentricus y Aulacoseira spp. que indican un hábitat lacustre profundo y el rápido llenado del vaso

lacustre. Los espesores de este paquete poco competente son difíciles de medir ya que presenta una importante deformación con megadeslizamientos y fallamiento inverso.

En discordancia sobre la unidad deformada se presenta una sucesión de casi 15 m de diatomitas laminares horizontales denominada Tierras Blancas que presenta niveles oxidados y estructuras de bioturbación, sugiriendo fluctuaciones del tirante de agua *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus excentricus*, *S. Niagareae* y *Synedra* una vienen acompañadas de especies epifíticas en la cima de esta unidad en correspondencia a un nivel arcilloso plástico laminar. Un episodio volcánico nuevamente cubre el lago para después dar lugar a otro depósito de diatomita de facies mas someras que las previas, las diatomitas se observan fragmentadas e intensamente deformadas en un régimen acuoso. En la cima del paquete anterior y en la base de este paquete se encontraron restos de *Equus simplicidentis*, *Rhynchotherium* y *camelops* asignados al Plioceno tardío (Mercer et al. 2003).

Cubriendo las secuencias lacustres se instala una secuencia fluvio-lacustre con arenas poco consolidadas fechadas en 1.20 Ma donde se presentan abundantes estructuras primarias incluyendo estructuras de licuefacción producto de derrumbes subacuáticos asociados a eventos sísmicos. Sobre la secuencia lacustre depósitos limosos, aluviales y coluviales marcan la colmatación del paleolago.

No se observan especies que vivan en ambientes de alta concentración iónica sugiriendo que no existieron fenómenos asociados a desecación paulatina en el paleolago por lo que el régimen lacustre estuvo más influenciado por procesos vulcano tectónicos y subordinado a los cambios climáticos que se presentan en el Cuaternario.

SED-12

AVANCES EN LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

Nieto Samaniego Angel, Baez Javier, Ojeda García Ángel C., Enríquez Mónica, Botero Paola, Patiño Martínez Paulina, Moreno Adriana, Arvizu Gutiérrez Harim Elmer, Portillo Pineda Rodrigo, Ortiz Ignacio, León Paulina, Cerca Mariano y Rojas Ledezma Armando
Centro de Geociencias, UNAM
afns@geociencias.unam.mx

La estratigrafía del Distrito Minero de Guanajuato es conocida desde hace varios siglos, habiendo sido revisada y redefinida de manera informal en varias ocasiones, la última de ellas y que actualmente constituye la nomenclatura más utilizada fue propuesta por Echegoyén-Sánchez (1975). Las dos aportaciones cartográficas posteriores más importantes son las de Martínez-Reyes (1987) y la cartografía geológica realizada por el Servicio Geológico Mexicano (Alvarado-Méndez et al. 1998).

En el presente trabajo se cartografió la cubierta cenozoica, la cual aflora principalmente en la parte sur del Distrito y se extiende fuera de éste al S y SE, hacia el Graben de la Saucedá y la Sierra de Codornices. Las unidades conocidas en el Distrito Minero de Guanajuato son, en orden estratigráfico: El Conglomerado Guanajuato (conglomerado polimítico con capas de arenisca, de color rojo, formado por dos miembros separados por una discordancia), Formación Losero (arenisca tobacea y depósitos piroclásticos de caída, estratificada en capas delgadas y de color verde), Formación La Bufo (depósitos de flujos piroclásticos, con coloraciones que van del blanco al rosa y gris, se caracterizan por falta de estratificación, abundante pómez y flamas; se pueden reconocer varios miembros que no han sido diferenciados), Formación Calderones (depósitos volcánoclasticos caracterizados por tener color verde y presentar estratificación), Andesita El Cedro (derrames lava fisurales y diques, de composición andesítica), Formación Chichinaro (derrames y domos riolíticos, incluye los depósitos piroclásticos asociados a los domos).

En los trabajos cartográficos realizados en esta investigación se pudieron identificar y diferenciar tres unidades nuevas:

- Andesita Carbonera, la cual consiste principalmente de derrames de lava, se observaron algunos depósitos piroclásticos, y se identificó al menos un aparato volcánico. La extensión de su afloramiento es de aproximadamente 3 por 2 kilómetros y se le observó un espesor de ca. 250 m, se ubica encima de la Formación La Bufo y por debajo de la Formación Calderones; estos derrames se habían cartografiado anteriormente como la formación el Cedro, pero su posición estratigráfica la individualiza como otra unidad.

- Se identificó un miembro ignimbítico en la Formación Calderones, este miembro corona la secuencia que constituye esa unidad. El miembro ignimbítico está formado por derrames piroclásticos de color verde claro a blanco, con una gran abundancia de pómez y fenocristales de cuarzo y sanidino. Se diferencia de los miembros inferiores de la Formación Calderones por su alto contenido de pómez, su escasez de líticos y por formar remanentes de gran espesor en la cima de los cerros. Se diferencia de la Formación Bufo por su posición estratigráfica, su color verdoso y su estructura en capas gruesas.

- Se identificaron nuevos afloramientos de la Ignimbrita San Nicolás, descrita por Nieto-Samaniego (1990). Estos remanentes de depósitos ignimbíticos erosionados yacen sub-horizontales sobre domos riolíticos o en discordancia angular sobre ignimbritas más antiguas. Son depósitos delgados, de no más de 30 m de espesor, bien soldados, con estructuras de flama y colores que van del blanco al gris pasando por el rosado.

SED-13

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO, PETROLÓGICO, MORFOLÓGICO Y GEOQUÍMICO DE UNA PLAYA DE ARRIBAZÓN DE TORTUGAS MARINAS EN EL PACÍFICO SUR MEXICANO, LA ESCOBILLA, OAXACA, MÉXICO

Quintero de Leonardo Enrique
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
mahahual@gmail.com

La playa La Escobilla se encuentra en el Pacífico Mexicano, en las costas de Oaxaca. La importancia de esta playa radica en que es la única en México que presenta arribazones de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), entendiendo como arribazón mas de 100 hembras desovando al mismo tiempo en un área delimitada.

La finalidad de este estudio es conocer las características sedimentológicas, geoquímicas y petrológicas de una playa de arribazón de tortugas marinas.

Se recolectaron 104 muestras de arena superficial a lo largo de la playa La Escobilla, Oaxaca México. Las muestras fueron tomadas en tres diferentes niveles infraplaya, mesoplaya y supraplaya. En cada uno de los puntos de muestreo se levanto un perfil. En los primeros cinco kilómetros de la playa se tomaron muestras y levantaron perfiles cada 200 metros. A partir del kilómetro cinco se espacio el muestreo a cada mil metros y después del kilómetro 10 se realizó un último punto en el kilómetro 15.

Se realizó el análisis textural de las 104 muestras de arena utilizando un analizador Láser de partículas Coulter en el laboratorio de sedimentología marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M. Se obtuvieron los parámetros propuestos por Folk (1974), tamaño medio de grano, desviación estándar, asimetría y curtosis.

Los perfiles se graficaron utilizando el programa Sigma Plot 10.0 y utilizando el mismo programa se graficaron ángulo y ancho de playa.

La petrología se determinó haciendo conteos de laminas delgadas mediante microscopía, se contaron cuarzoes, cuarzoes policristalinos, feldespatos totales, micas, fragmentos de roca metamórfica, fragmentos de roca plutónica, biógenos y minerales oscuros.

Los análisis de elementos mayores se llevaron a cabo mediante fluorescencia de rayos X.

Se determinó que hay una relación directa entre la morfología de la playa y la ocurrencia de tortugas anidadoras. De igual manera el tamaño de grano es de arenas medias lo cual tiene que ver con la cohesión del nido y la porosidad del mismo.

La composición del sedimento esta determinada por la cuenca litológica y el aporte de sedimento por parte del Río Cozoaltepec el cual limita al oeste con la playa La Escobilla. Estos están compuestos principalmente por cuarzoes monocristalinos y policristalinos provenientes de rocas plutónicas ligeramente metamorizadas. La litología de la cuenca determina también la composición de los elementos mayores siendo esta mayoritariamente silicoaluminatos.

SED-14 CARTEL

LOS LECHOS ROJOS DEL JURÁSICO EN EL SUR DE MÉXICO, TERRENOS MIXTECO, ZAPOTECO, CUICATECO Y MAYA: CORRELACIÓN Y PROCEDENCIA

Durán Aguilar R Fabián y Ortega Gutiérrez Fernando
Universidad Nacional Autónoma de México
rfabianduran@gmail.com

Los depósitos continentales denominados lechos rojos han sido poco estudiados en México, y los acercamientos hacia este tipo de cuerpos rocosos no abordan estudios de tipo sedimentológico ni petrológico, los cuales podrían aportar datos relevantes para entender la paleogeografía de los terrenos involucrados.

Los lechos rojos del Jurásico en México se han asumido como depósitos típicamente continentales, los cuales fueron originados por diferentes procesos derivados del rompimiento de Pangea y más específicamente por la abertura del Golfo de México. Las edades de estos lechos provienen principalmente de estudios palinológicos y paleobotánicos que los sitúan en el Jurásico Medio; esta información se ha extendido a los terrenos adyacentes que presentan este tipo de secuencias.

Por otro lado, las inferencias acerca de su paleogeografía son variadas. Evidencias paleomagnéticas de esta cobertura sedimentaria sugieren un desplazamiento de terrenos provenientes del norte, y aunque los modelos que explican dicha sedimentación son variados como ya se mencionó, las investigaciones acerca de estos lechos rojos mesozoicos no se han abordado desde un enfoque sedimentario, el cual proporciona la información de procedencia para poder establecer su correlación paleogeográfica en el entorno de la evolución tectónica de las cuencas del Golfo de México y el Caribe.

La presente investigación se desarrolla cerca del poblado de Tezoatlán, Oaxaca, localizado en la parte noroeste del Estado, en la región de la Mixteca. El registro estratigráfico de esta zona es uno de los más completos y a su vez uno de los más complejos del Sur de México, ya que presenta un alcance estratigráfico que va del Cámbrico al Reciente. Dicho registro está constituido por rocas muy heterogéneas: sedimentarias de origen marino y continental, ígneas extrusivas e intrusivas, así

como rocas metamórficas. Los datos preliminares obtenidos en el presente trabajo arrojan datos estratigráficos que complementan o bien refutan dichos modelos.

Las interpretaciones tectónicas reportadas en las investigaciones son contrastantes en cuanto a la deposición de dichos lechos rojos, algunos autores interpretan dicha sedimentación como resultado de la cinemática de bloques ya consolidados a partir de megacizallas durante la apertura del Golfo de México; mientras que otros autores la atribuyen a la acreción de bloques alóctonos los cuales se desplazaron hacia el cráter de Norteamérica desde posiciones desconocidas en el Océano Pacífico. En ambos casos, el análisis de procedencia, aunado a la información estratigráfica recabada proporciona información crítica acerca de las fuentes de dichos depósitos, contribuyendo a la reconstrucción de la evolución geológica del Sur de México.

SED-15 CARTEL

MICROFACIES DE LAS ROCAS CALCÁREAS MESOZOICAS DE LA PORCIÓN SW DE SAN MIGUEL DE ALLENDE, GUANAJUATO

Puy Alquiza María Jesús, Miranda Avilés Raúl, Hernández Vázquez Gabriela, Martínez Alfaro Daniela y Vega Corza Raúl Ariel
Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato
yosune@quijote.ugto.mx

En este trabajo se presentan los avances del estudio petrográfico de las secuencias calcáreas del Cretácico Inferior (?) localizados 12 km al SW de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato. Se levantaron 3 secciones estratigráficas a detalle con espesores comprendidos entre los 20 y 30 m en las localidades de Soria, Soria-Rinconcillo y Cerro Las Tres cruces. En cada una de ellas se realizó un estudio sedimentológico y bioestratigráfico, analizando su evolución tanto vertical como lateralmente poniendo especial atención a aquellos aspectos que pudiesen reflejar cambios importantes en la cuenca sedimentaria (facies, asociaciones paleontológicas, estructuras, etc). Se elaboraron 69 láminas delgadas de las muestras colectadas.

Las sucesiones carbonatadas estudiadas presentan espesores de hasta 30 m. En las localidades de "Soria" y Soria-Rinconcillo las facies sedimentarias se encuentran representadas por: 1) calizas wackestone-mudstone de radiolarios, 2) calizas wackestone -mudstone laminar, 3) Packstone-wackestone de radiolarios orientados paralelamente, se observan cristales de piritita y microfracturas rellenas de calcita. En la localidad Cerro Las Tres Cruces las facies sedimentarias son: 1) Areniscas (subarcosa), 2) calizas de textura wackestone-mudstone de radiolarios, 3) Mudstone, 4) Wackestone-mudstone de radiolarios, 5) Wackestone-mudstone laminar con foraminíferos. Los radiolarios identificados se encuentran mal preservados por lo que no fue posible su determinación, sin embargo por el tipo de ambiente de cuenca interpretado y el contenido faunístico comparable con otros reportes en la Sierra de Guanajuato inferimos que estas secuencias son correlacionables con la Formación Arperos del Cretácico Inferior de la Sierra de Guanajuato.

SED-16 CARTEL

NUEVOS DATOS SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA DEL CONGLOMERADO DUARTE EN LA SIERRA DE GUANAJUATO: EVIDENCIAS DE BASCULAMIENTO ASIMÉTRICO SIN-DEPÓSITO POS-LARAMIDE

Miranda Avilés Raúl, Puy Alquiza María Jesús, Velázquez Hernández Jorge y Vega Corza Raúl Ariel
Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato
miranda@quijote.ugto.mx

En la porción central y sur de México existen afloramientos de rocas clásticas rojas del Eoceno que sobreyacen discordantemente a rocas mesozoicas plegadas subyaciendo a su vez a rocas volcánicas félsicas del Eoceno y el Oligoceno. Ejemplo de estas rocas en Guanajuato son el Conglomerado Guanajuato y el Conglomerado Duarte. El conglomerado Duarte fue definido originalmente por Martínez-Reyes (1992). En el presente trabajo reportamos nuevos datos sobre su espesor, litofacies y evidencias del basculamiento asimétrico de bloques durante su depósito. Se levantaron siete columnas estratigráficas en los arroyos San Juan de Otates, El Juache, La Laborcita, Arroyo Mastranto, Arroyo El Salto, Ibarilla y Arroyo Grande. El espesor máximo medido fue de 1700 m en los afloramientos localizados al extremo SE del área estudiada mientras que el espesor mínimo es de 300 m al extremo NW del área estudiada. El Conglomerado Duarte está constituido por dos unidades. La unidad inferior, aflora en las localidades de Arroyo Grande, Arroyo San Juan de Otates, El Juache, La Laborcita, Arroyo Mastranto y Arroyo El Salto, presenta un espesor de 1300 m, constituida por una secuencia de conglomerados Gm (75%) intercalados por areniscas Ss (25%), éstas litofacies son de color rojizo con clastos de composición volcánica (andesitas, diorita y riolita), granito y calizas. La unidad superior se localiza en la localidad de Arroyo Grande, presenta un espesor de 400 m. Está constituida por una secuencia de areniscas Sg (75%) y lutitas Fsm (25%) de color gris. La unidad superior es acuñada al NW por una secuencia de conglomerados Gm de composición predominantemente metamórfica (filitas) y volcánica (andesita, riolita y diorita) en la localidad de Ibarilla. Esta secuencia tiene un espesor mínimo de 300 m. El echado de las capas es de 55° a 21° NE disminuyendo su inclinación de la base hacia la cima de la unidad inferior y unidad

superior, siendo esto más notable en el extremo SE del área estudiada. Por otra parte los echados de capas en la unidad superior van de 20° a 7°NE en el extremo NW del área estudiada. El análisis de facies indica ambientes de tipo abanico aluvial medio interdigitado con un sistema fluvial trenzado en la unidad inferior con una fuente de aporte más distal hacia la unidad superior donde se establecieron condiciones lacustres de menor energía hacia la cima. El análisis del echado de capas indica un basculamiento asimétrico sin-depósito del conglomerado Duarte que fue depositado en un medio-graben que subsidía de manera asimétrica hacia el NE y SE al alto de una falla maestra orientada NW-SE probablemente relacionada al sistema Falla del Bajío. Este estudio se complementará con análisis de dirección de paleoflujos y composición de clastos lo que contribuirá en el entendimiento de la evolución tectono-sedimentaria de las capas rojas pos-Laramide de la Mesa Central.

SED-17 CARTEL

LITOFACIES Y AMBIENTES DE DEPÓSITO DE LA FORMACIÓN LOSERO DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO: IMPLICACIONES GEOLÓGICAS Y APLICACIONES EN LA CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS

Miranda Avilés Raúl, Puy Alquiza María Jesús, Juárez Mendoza Rogelio, Hernández Vázquez Gabriela y Martínez Alfaro Daniela
Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato
miranda@quijote.ugto.mx

La Formación Losero consiste de litarenitas y areniscas tobáceas con un espesor de 2 a 20 m, muy continuas lateralmente y que afloran en la parte central del Distrito Minero de Guanajuato. Estas rocas marcan un cambio en la sedimentación de clásticos rojos del Eoceno (Conglomerado Guanajuato) de manera transicional al episodio del vulcanismo Oligoceno (Formación Bufo) relacionado a la Sierra Madre Occidental en Guanajuato. En el presente trabajo se estudiaron las localidades Calderones, El Faro, Cerro de la Bufo y Yerbabuena donde aflora la Formación Losero. El análisis de las columnas estratigráficas permitió identificar las litofacies más abundantes tales como arenisca con estratificación laminar (Sh), arenisca con estratificación cruzada (St) y arenisca gruesa (Sg). Petrográficamente se encontró que la mayoría de los minerales que conforman las rocas de la Formación Losero son: cuarzo (35%), plagioclasas (50%), líticos andesíticos (8%), líticos metamórficos (5%) y biotita (2%). Por lo general la Formación Losero se encuentra afectada por alteración argílica y clorítica moderada. El contacto inferior con el conglomerado Guanajuato es transicional constituido de litarenitas que gradan hacia la cima a areniscas tobáceas que quedan en contacto neto con la base de la Formación Bufo. El ambiente de depósito interpretado es fluvial gradando lateralmente a lacustre. Desde el punto de vista aplicado se realizó una revisión referente a las litofacies más empleadas en la construcción de fachadas y cornisas en edificios históricos de la Ciudad de Guanajuato. El análisis demuestra que las areniscas con estratificación laminar (Sh) son las más empleadas en cornisas y fachadas, pero también estas litofacies demuestran ser más susceptibles al intemperismo. Por otra parte las areniscas gruesas (Sg) demuestran ser más resistentes al intemperismo, por lo que estas se recomiendan para la restauración de pilastras, fachadas y cornisas.

SED-18 CARTEL

INTERPRETACIÓN DE LAS VARIACIONES ESTRATIGRÁFICAS DE LA SECUENCIA VOLCÁNICA Y PIROCLÁSTICA ASOCIADAS A LA FALLA CENTRAL DE QUERÉTARO

Chávez Cabello Victoria¹, Vargas Hernández Erika Gissel², Cerca Mariano³, Carreón Freyre Dora³ y Ferrari Luca³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Taxco el Viejo, Guerrero

³Centro de Geociencias, UNAM

chavez.vicky@hotmail.com

La Falla Central es una estructura mayor con orientación NE-SW y cinemática normal que forma parte del graben de Querétaro y sirve de frontera oriental al relleno sedimentario. Al norte de la ciudad de Querétaro la falla presenta un escarpe de alrededor de 150 m, donde se midió una sección estratigráfica compuesta de tres horizontes de lava intercaladas con depósitos piroclásticos. La cima esta compuesta por una colada delgada (2-3 m) de basalto y debajo se encuentra una secuencia de tobas pumiciticas, una colada de lava andesítica, rocas piroclásticas y una segunda colada de lavas andesíticas. La secuencia se encuentra afectada por numerosas fallas y fracturas paralelas a la Falla Central, lo cual dificulta su descripción. Para conocer con detalle las variaciones estratigráficas asociadas a la Falla Central, en este trabajo se reporta la interpretación de la litología de dos pozos de extracción de agua, los cuales se localizan a ambos lados de la Falla Central. Un sondeo con recuperación de núcleo (~150 m) se ubica dentro del Valle de Querétaro, cuya estratigrafía varía desde los sedimentos lacustres y fluvio-lacustres poco consolidados, hasta las lavas de composición basáltico-andesítica. La lava basáltica se encuentra 80 m por debajo de la secuencia sedimentaria, lo que indica un desplazamiento de 230 m para la Falla Central. El segundo pozo analizado se encuentra en el bloque de piso, y consiste principalmente de rocas volcánicas. Se presenta la correlación entre los registros litológicos y la sección.

SED-19 CARTEL

SEDIMENTOLOGÍA DE UN ABANICO DELTA, ARROYO LA PALMILLA, CUENCA SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR E IMPLICACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Alvarado González Beatriz Isabel y Schwennicke Tobias
 Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur
 matrizabel_30@hotmail.com

En el sur de la península de Baja California, entre las sierras La Victoria y La Trinidad, ambas compuestas por rocas intrusivas y metamórficas cretácicas, se ubica la cuenca San José del Cabo (CSJC). La CSJC es un medio graben limitado en su lado occidental por la falla San José del Cabo. La activación de la falla San José del Cabo a partir del Mioceno Medio a Tardío, relacionada con la formación del Golfo de California, conllevó la formación de abanicos aluviales a lo largo de la falla, siendo agrupados estratigráficamente en las Formaciones Los Barriles y El Chorro. En la parte central de la CSJC se formaron las Formaciones Trinidad y Refugio de origen marino.

En el área de Buena Vista-Los Barriles, en la parte norte de la CSJC, se observa la interdigitación entre las Formaciones Los Barriles y Trinidad, evidenciando que ambas unidades, por lo menos en parte, son contemporáneas (Mioceno Superior o Plioceno). La Formación Los Barriles exhibe cambios litológicos desde el arroyo Buenos Aires (localidad tipo), donde predomina conglomerado, hacia Buena Vista, donde aflora principalmente arenisca hasta arenisca conglomerádica, probablemente reflejando gradientes diferentes en el abanico aluvial.

Se levantó una columna compuesta de aproximadamente 120 m en el arroyo La Palmilla (Buena Vista). La parte inferior de la columna se compone de una alternancia de capas de arenisca fina a gruesa con arenisca lodosa y lodolita arenosa. Las capas de arenisca varían de espesor de pocos centímetros hasta mayor 1 m. Comúnmente exhiben una base erosiva, gradación de arenisca gruesa hasta conglomerádica en la base hacia arenisca fina a media en la parte superior, laminación paralela y raramente intraclastos de lodolita. La arenisca lodosa hasta lodolita arenosa varía de horizontes delgados de pocos milímetros de espesor hasta capas mayores de 10 cm. Internamente presentan laminación paralela, ondulada y cruzada, además estratificación lenticular y flaser. Raramente se observan pequeñas madrigueras, comúnmente la bioturbación está ausente.

Hacia la parte superior de la columna, el espesor de las capas de arenisca aumenta y son comunes espesores mayores de 1 m. Además, la textura es más gruesa, predominando arenisca conglomerádica. Escasamente hay clastos grandes (cobbles y boulders) y lentes de conglomerado. Predomina estratificación paralela hasta cruzada. Las capas no son constantes lateralmente y se observan cambios de espesor y texturales. En esta parte de la columna la arenisca lodosa-lodolita arenosa es escasa, formando pocas intercalaciones delgadas (espesor escasamente mayor de 10 cm).

La parte inferior de la columna se interpreta como depósitos de flujos gravitacionales alternando con sedimentos marinos formados cerca o por debajo del nivel base de oleaje. La parte superior probablemente es dominada por depósitos fluviales, con poca influencia marina. Por lo tanto, la columna refleja la progradación de un abanico delta y la interdigitación entre las Formaciones Los Barriles y Trinidad. Sin embargo, es notable por un lado la ausencia de foresets (característica de abanico deltas tipo Gilbert) y por otro lado de depósitos marinos bioturbados y hasta fosilíferos (característica común en abanico deltas de bajo ángulo).

SED-20 CARTEL

TRANSICIÓN ENTRE LOS DEPOSITOS SIN ARCO-POST ARCO EN EL ÁREA DE ALFREDO V. BONFIL, ARROYO SECO, BAJA CALIFORNIA SUR

Cota Castro Rosario Margarita y Schwennicke Tobias
 Departamento de Geología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur
 rosario_cota@hotmail.com

El área de estudio se localiza al WNW de La Paz, cerca del poblado Alfredo V. Bonfil, sobre el arroyo Seco. Afloran principalmente rocas volcánicas y volcanoclásticas, relacionadas con el arco volcánico del Oligoceno-Mioceno en el noroeste de México, agrupadas en la Formación Comondú (Hausback 1984) o grupo Comondú (Drake 2005). En el área de San Juan de la Costa Hausback realizó varias columnas generales. De manera informal dividió su Formación Comondú en los miembros inferior y superior, asignando como límite el contacto basal de la toba San Juan. La parte superior de su miembro superior corresponde a las capas aflorantes en la sierra de Los Filos del Treinta y Cinco (conocida también como Cordón de la Virgen), no obstante esta parte no se ve documentada en la columna de Hausback. García-Figueroa y Schwennicke (2008) observaron esta discrepancia. Por su litología interpretaron que estas capas se formaron después del cese del arco volcánico, asignaron una edad entre Mioceno Inferior tardío y Mioceno Medio, nombrando este paquete informalmente formación Lomas de la Virgen. En el presente estudio se levantó una columna estratigráfica con un espesor total de 291 m, con el objetivo de documentar la transición o el contacto entre la Formación/grupo Comondú y la formación Lomas de la Virgen. Se distinguen varios paquetes generales: el primer paquete (13 m) está conformado por areniscas volcanoclásticas parcialmente bioturbadas con intercalaciones y lentes conglomerádicas, de origen fluvial. Sobreace una toba con un espesor de 28 m (toba San Juan), la cual

refleja un evento volcánico extraordinario. Encima sigue un paquete grueso de toba retrabajada (18 m), que en su parte superior muestra una serie de canales, que manifiestan el regreso del sistema fluvial a su equilibrio inicial, antes del depósito de la toba San Juan. Sobreace un paquete (45 m) de areniscas volcanoclásticas parcialmente bioturbadas, con intercalaciones y lentes de conglomerado y fangolita. Se intercala una toba soldada de 6 m de espesor con una edad de 17.2 ± 0.6 Ma. En total, este paquete refleja un ambiente fluvial con influencia volcánica. Es sobreace por un paquete de paraconglomerado con un espesor de 12 m el cual contiene algunos clastos muy grandes (boulders). Esta capa marca el cese de la actividad volcánica y se interdigita con el siguiente paquete de 97 m, que consta de areniscas eólicas. Estos depósitos probablemente reflejan una proliferación muy limitada de sedimentos en un clima desértico. Encima se observa un paquete (35 m) compuesto por arenisca y arenisca conglomerádica de origen fluvial y arenisca eólica, disminuyéndose la porción eólica hasta llegar a solo de origen fluvial (39 m). La nula actividad volcánica durante el depósito de la parte superior de la columna aparentemente refleja el cese del arco volcánico del Oligoceno-Mioceno Temprano, a su vez este arco fue erosionado, produciendo los materiales con mayor grado de retrabajamiento en la parte superior de la columna. Se propone el contacto entre conglomerado y arenisca eólica como el límite estratigráfico entre el grupo Comondú y la formación Lomas de la Virgen.

SED-21 CARTEL

PROVENIENCIA DE SEDIMENTOS DE BAHÍA COLONET, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

García Escobedo Rocío¹, Rendón Márquez Gabriel², Avila Serrano Guillermo E.¹, Cupul Magaña Luis A.¹ y Gradilla Martínez Luis C.²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
 grendon@cicese.mx

La Bahía de Colonet, Baja California, México se localiza a 130 Km al sur de la ciudad de Ensenada. En esta zona se realizaron diferentes campañas oceanográficas de muestreo durante los meses de abril, agosto y noviembre del año 2007 y marzo del 2008 con el fin de caracterizar los sedimentos de la zona costera, continental y oceánica de la bahía. Se tomaron un total de 80 muestras de sedimento, se determinó su granulometría y 40 de ellas se sometieron a un análisis de moda detrítica que permitió definir su proveniencia. Estos análisis también permitieron definir la influencia de los aportes de los arroyos San Rafael y San Telmo que drenan a la bahía.

La moda detrítica de los sedimentos define tres composiciones o petrofacies predominantes: una principalmente cuarzosa (V) a la que pertenecen los depósitos fluvio-deltaicos de los arroyos. Otra petrofacie arcósica (R) con su fuente en los abanicos aluviales de cada arroyo respectivamente, y una tercera petrofacies de mezcla (M). La petrofacies de mezcla puede ser una facies primaria producida por la mezcla in situ de los componentes de las facies V y R durante el transporte de sedimentos en la zona de transición de dos ambientes sedimentarios con composiciones distintas.

La composición modal de los sedimentos define tres fuentes de sedimento en el área de estudio: la primera pertenece a la zona sur en los cantiles San Telmo, la segunda en la zona norte que pertenece a los cantiles de Cabo Colonet y la tercera que pertenece a los arroyos.

Los parámetros texturales sugieren un transporte de sedimentos en dos direcciones para el caso de la bahía, uno de noroeste a sureste llegando a Punta San Telmo y otro pequeño de sur a norte en la zona sur. En el caso de los arroyos, el arroyo San Telmo muestra un comportamiento normal del tamaño de grano conforme se aproxima a la costa mientras que en el arroyo San Rafael la granulometría se comporta de manera inversa, el grano fino es mas abundante río arriba mientras que río abajo el tamaño de grano aumenta, esto sugiere un aporte importante de los cantiles aledaños. Es importante considerar que ambos cauces presentan modificación antropogénica debido a las actividades agrícolas de la zona lo que limita su interpretación.

Sesión Regular

SISMOLOGÍA

Organizadores:
Roberto Ortega Ruiz
Carlos Mendoza

SIS-1

ESTADO DE LA SISMICIDAD EN SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Gómez González Juan Martín¹, Barboza Gudiño José Rafael²,
Rojas Ledezma Armando¹ y Sánchez García Ana Cristina²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UASLP

gomez@geociencias.unam.mx

Se muestra una compilación de la sismicidad histórica y reciente en el estado de San Luis Potosí. Los testimonios existentes son en su mayoría escuetos e imprecisos documentos hemerográficos, archivos históricos y descripciones orales de la población. La mayor parte de los episodios sísmicos ocurrieron en las zonas Central y Media del Estado. La actividad esta compuesta por sismos de magnitud moderada y pequeña, secuencias sísmicas y una importante sismicidad de fondo. Las únicas evidencias objetivas recientes son los sismos regionales localizados por el SSN y la sismicidad instrumental registrada desde 2001, a partir de varios monitoreos sísmicos temporales realizados por el Centro de Geociencias de la UNAM. Los episodios sísmicos más recientes han ocurrido principalmente en los municipios de Cerritos, Villa Hidalgo, San Ciro de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina, Tamasopo y Aquismón, y han afectado a una cantidad mayor de municipios. Se trata de una actividad importante y en ocasiones de gran duración, lo que la convierte en una de las regiones más activas de la Sierra Madre Oriental. Las localizaciones epicentrales, obtenidas a partir de los monitoreos sísmicos realizados, muestran una sismicidad que se incrementa de oeste a este. De esta forma el nivel más alto de sismicidad en el Estado se localiza en la zona Media, alrededor del límite oeste de la Sierra Madre Oriental. La variabilidad de su distribución espacial y temporal parece estar asociada con las variaciones fisiográficas de San Luis Potosí. La definición de las zonas activas aún es imprecisa, principalmente por el desconocimiento geográfico de las estructuras sismogénicas. Los monitoreos sísmicos con estaciones permanentes y temporales, junto con los estudios geológicos y estructurales ayudarán a definir mejor las características sismotectónicas en esta parte del Estado.

SIS-2

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD EN CHIAPAS

Narcía López Carlos y González Herrera Raúl

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

narcia_lopez@yahoo.com

En el sureste de México interactúan tres placas tectónicas conocidas: Cocos, Norteamérica y Caribe. La interacción de estas tres placas hace del estado de Chiapas una región con alta actividad sísmica.

En la parte sureste de la zona, la placa de Cocos subduce por debajo de las placas de Norteamérica y del Caribe a una velocidad estimada en 75 mm/año y el proceso se inicia en la Trinchera Mesoamericana, que se extiende paralelamente a las costas del Pacífico mexicano y centroamericano por más de 3000 km. Frente a las costas de Chiapas, la trinchera alcanza profundidades aproximadas a 5500 m por debajo del nivel medio del mar. Este proceso produce gran cantidad de sismos y es la causa de los eventos sísmicos más grandes registrados en el sur de México.

El movimiento relativo entre las placas de Norteamérica y del Caribe se ha entendido como un sistema de fallas deslizantes de tipo lateral izquierdo, que incluye a las fallas Motagua, Polochic y Jicotán-Chamelecón.

Un rasgo tectónico interesante es la morfología de la placa de Cocos por debajo de la litósfera continental. Según algunos estudios, existe una variación lateral en el ángulo de subducción de la placa de Cocos: de 25° para la zona de Oaxaca hasta 40° para la región de Chiapas. Este ángulo se hace aún más grande conforme se avanza hacia Centroamérica y es el responsable de las profundidades observadas en muchos sismos de la región, de hasta 300 km.

Los sismos que se generan a poca profundidad son de tipo interplaca y los generados a profundidades mayores son intraplaca. También existe actividad sísmica, aunque con menor liberación de energía, producida por la actividad de las fallas geológicas de la región y por la actividad volcánica. Toda la actividad se relaciona, directa o indirectamente, con el marco tectónico regional.

Del catálogo del Centro Internacional de Sismología (ISCCD) se tienen reportados 529 sismos (con magnitud de tipo MS) ocurridos en la región, entre las longitudes 90° y 95° O y latitudes 13.5° y 19° N, desde Enero de 1978 hasta Junio de 2006. Las magnitudes mínima y máxima reportadas en ese catálogo varían desde 2.8 hasta 6.8 Ms, casi 350 fuentes fueron localizadas en los primeros 25 km y la magnitud media para la región la estimamos en 4.1.

Por otra parte, el Servicio Sismológico Nacional (SSN), reporta en el periodo de Enero de 1998 a Junio de 2008 la ocurrencia de 2307 eventos en la misma región. De estos, 1027 (44.5%) se originaron en los primeros 25 km de profundidad. La magnitud mínima reportada por el SSN es de 2.4 y la máxima es de 6.7. La magnitud media es de 4.2, valor bastante aproximado al observado en el ISCCD.

Como se observa, al menos la mitad de los sismos ocurridos en la región se originan en profundidades correspondientes al manto superior lo que puede tener implicaciones en la estimación del peligro sísmico regional, además de que la magnitud mas esperada, oscila entre 4.1 y 4.2.

SIS-3

ESTUDIO DE SISMICIDAD EN LA SIERRA GORDA, QUERÉTARO Y SUS IMPLICACIONES TECTÓNICAS

León Loya Rodrigo A.¹, Gómez González Juan Martín² y Montalvo Arrieta Juan C.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

pifillo@hotmail.com

Se presentan epicentros obtenidos del monitoreo sísmico de la red temporal LANDA, desplegada en la Sierra Gorda de Querétaro, en el periodo de noviembre de 2007 a marzo del 2009. Esta red está compuesta por 5 sismógrafos digitales de velocidad triaxiales de periodo corto, con geófonos de 4.5 Hz. La separación promedio entre estaciones fue de 11 km. La creación de la red nace a partir de una serie de eventos que se sucedieron en noviembre de 2007, aunque se tenían reportes sobre sismicidad desde principios de 2001 en el límite noroeste del estado de Querétaro con el estado de San Luis Potosí. Desde diciembre de 2000 y enero de 2001 ya se tenían reportes sobre sismicidad en los municipios de Río Verde y Arroyo Seco, SLP; así como en Pinal de Amoles, Jalpan de Serra y Landa de Matamoros, Qro., en esta última localidad se reportaron daños estructurales menores a casas habitación. La red LANDA, se desplegó formalmente a partir de Noviembre de 2007 por personal del Centro de Geociencias de la UNAM. Desde su instalación y hasta la actualidad, la red ha sido autónoma y el monitoreo ha sido ininterrumpido con adquisición de registros por disparo, estrategia necesaria para una región de difícil acceso y en la que la actividad sísmica no ha cesado. Esta red sísmica se ubica en los límites de tres provincias geológicas: Sierra Madre Oriental, Mesa Central y Cinturón Volcánico Transmexicano. Históricamente, el terremoto más grande que ha ocurrido en la región de estudio fue de Mb > 5 cerca de Pinal de Amoles, el 26/11/1887. Para el periodo reportado en este análisis se determinaron 629 localizaciones epicentrales a partir de la información registrada en dos o más estaciones, también se estimó su magnitud local cuyo rango varía de 0.1 < ML < 3.5. Su distribución espacial sugiere dos zonas sismogénicas principales. La primera se ubica al interior de la red sísmológica, entre las poblaciones de Landa de Matamoros, El Aguacate, Zoyapilca y San Antonio Tancoyol, Qro.; la segunda zona de mayor sismicidad se localiza hacia el norte de la red y se ubica dentro del estado de San Luis Potosí. La microsismicidad intraplaca registrada se correlaciona adecuadamente con las grandes estructuras tectónicas regionales presentes en el paquete sedimentario marino de edad mesozoica, deformado por la orogenia Laramide. Los casi 1015 eventos registrados en 17 meses sitúa a la Sierra Gorda de Querétaro como una zona con una alta tasa de microsismicidad intraplaca. Los resultados de este trabajo servirán para evaluar el potencial sísmico de la región centro-norte de México.

SIS-4

REGIONALIZACIÓN SISMOTECTÓNICA PARA MÉXICO

Figuerroa Soto Angel¹, Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón¹ y Suárez Reynoso Gerardo²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

angfsoto@geociencias.unam.mx

El problema para la evaluación del riesgo sísmico en México está en función de la frecuencia de sismos destructivos que afectan al país. Estudios que han intentado caracterizar zonas sismogénicas de acuerdo a su potencial sísmico, se han enfocado a estudiar la sismicidad característica para cada área en particular descuidando otras consideraciones como detalles de la fuente sísmica o liberación de energía por eventos sísmicos grandes.

Los catálogos sísmicos utilizados para caracterizar éstas zonas sismogénicas carecen de homogeneidad y distan mucho de ser catálogos completos en el rango de magnitudes consideradas en ingeniería. Adicionalmente las diferentes consideraciones para determinar las magnitudes pueden inducir sesgos en las estimaciones de riesgo sísmico, por lo que es necesario realizar correcciones de magnitud.

En este estudio se intentaron incorporar características de la fuente sísmica para proponer una regionalización sismotectónica a primer orden para México. Para este fin, se ha compilado un catálogo sísmico homogéneo usando estimaciones de magnitud y/o momento sísmico, localizaciones para eventos importantes, mejoras en la homogeneidad en magnitud para pequeños eventos así como la consideración de sismos históricos documentados por historiadores y sismólogos.

Con estas consideraciones, las características de las regiones definidas han sido obtenidas mediante el denominado valor b de la relación Gutenberg-Richter/Ishimoto-Ida, utilizando diferentes métodos para su determinación y comparando los resultados con las observaciones de sismos grandes para cada región delimitada.

Esta regionalización está destinada a ser usada como una herramienta para definir una zonificación del riesgo sísmico para México.

SIS-5

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD EN LOS ALREDEDORES DE LA LAGUNA DE SANTIAGUILLO, DURANGO

Rojas Ledezma Armando, Gómez González Juan Martín, Nieto Samaniego Angel, Barajas Gea Iván y Alaniz Álvarez Susana
 Centro de Geociencias, UNAM
 arojas@geociencias.unam.mx

Se hace una reevaluación de la sismicidad registrada durante una campaña de monitoreo realizada de 2006 a 2007 en los alrededores de la Laguna de Santiaguillo, Durango. Históricamente han ocurrido varios episodios sísmicos en esta zona, sin embargo, los reportes son en su mayoría verbales y carecen de objetividad. El área de estudio se ubica cerca del límite NW de la Mesa Central, a 60 kilómetros al noroeste de la ciudad de Durango, incluye parte de los municipios de Canatlán, Coneto de Comonfort y Nuevo Ideal. Esta área ha sido poco estudiada, principalmente por falta de datos ya que las redes del SSN y RESNOM se concentran en áreas específicas del territorio mexicano. La deficiencia de estaciones sísmicas en el resto del país suele soslayar varios de los sismos que ocurren fuera de estas zonas de cobertura, principalmente debido a su menor magnitud. El hecho de que sean sismos pequeños no implica que dejen de ser importantes, especialmente por el efecto que pueden tener sobre las poblaciones que no están preparadas para este tipo de fenómenos. Durante esta investigación se diseñó un arreglo móvil de estaciones temporales para incrementar la cobertura y así tener un mejor conocimiento de la sismotectónica regional. El despliegue de la red inició al noroeste del área, en localidades cercanas a Santiago Papasquiaro (Oeste) y Las Ameritas (Este). La red se modificó cada ~3 meses hacia el sureste, manteniendo al menos dos estaciones en su posición original entre cada desplazamiento del arreglo. Dicha red móvil constó de 8 sismógrafos de período corto, digitales triaxiales de velocidad, con geofonos de 4.5 Hz. Dada la limitada cantidad de estaciones sísmicas, y que muchos de los eventos fueron registrados en menos de tres estaciones, es difícil tener una buena localización epicentral de muchos de los sismos. Para superar esta dificultad utilizamos el método mono-estación, el cual nos permite aprovechar la información proporcionada por las 3 componentes espaciales (N-S, E-W y Z) y tener una mejor idea sobre la ocurrencia y distribución de la sismicidad. La metodología permite aprovechar el hecho de que las ondas P son polarizadas vertical y radialmente, con lo que el vector de movimiento de la onda P lo usamos para inferir el azimut de la fuente. La mayoría de eventos tienen magnitudes locales que caen en un rango que va desde los 0.7 hasta 3.7 y sus profundidades varían desde los 3.7 km hasta los 68.3 km. La reevaluación de la sismicidad permitió incrementar las localizaciones epicentrales de 8, con las metodologías tradicionales, a 113. Se observan concentraciones de sismicidad en ciertas áreas y estas coinciden con las alineaciones estructurales de la región y fallas cartografiadas. Este tipo de localización relativa, pese a sus limitaciones proporciona una mejor idea de la distribución de la sismicidad regional y permite entender más sobre el marco sismotectónico regional del estado de Durango.

SIS-6

SISMICIDAD Y PARAMETROS FOCALES DE LA ZONA COSTERA GUERRERO-OAXACA Y SU RELACIÓN CON EL CICLO SÍSMICO

Zavaleta Ramos Ana Belém y Quintanar Robles Luis
 Instituto de Geofísica, UNAM
 grifo@ciencias.unam.mx

En este trabajo se analiza la sismicidad en la zona costera de Guerrero-Oaxaca ocurrida en el período de 1998-2009. Para los últimos 6 meses, se utilizó una red sísmica temporal ubicada en las comunidades de Camotinchán, Jolotinchán y Tlacoachistlahuaca, apoyándonos asimismo con la estación permanente de Pinotepa Nacional, que pertenece a la red sísmica del Servicio Sismológico Nacional.

Se pretende con este análisis tener un mejor entendimiento de la micro sismicidad de la zona y, establecer una relación (si existe) con el ciclo sísmico mediante la determinación del Tensor de Momento Sísmico y la transferencia de esfuerzos en la etapa cosísmica.

La región de estudio comprende la zona limitada por los 16° y 18° latitud Norte y -97° y -99° latitud Oeste. Durante el período diciembre 2008 a junio 2009 se han localizado en total 373 eventos cuyas magnitudes oscilan dentro del rango de 1.4 a 6.0. La distribución epicentral muestra hasta el momento una acumulación de eventos en 2 zonas bien definidas, lo cual sugiere la existencia de sendas zonas de debilitamiento o "asperezas", las cuales ya habían sido reportadas por otros autores durante el llamado "doblete" de Ometepc de 1982.

Los mecanismos focales determinados para los mayores eventos muestran un fallamiento de tipo inverso en su mayoría, también hay callamiento normal, mientras que los perfiles hipocentrales de la microsismicidad permiten delinear un ángulo de subducción de la placa de Cocos de aproximadamente 10° en la zona. Este resultado demuestra que

La tarea inmediata a continuación será el averiguar si la sismicidad analizada revela una transferencia de esfuerzos que nos permita hacer inferencias sobre posibles zonas de eventos moderados y mayores a mediano plazo.

SIS-7

SISMOTECTÓNICA Y EFECTOS DE SITIO EN LA EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Gamez Balmaceda Ena y Acosta Chang José
 División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 egamez@cicese.mx

Se aplicaron métodos empíricos para evaluar la respuesta sísmica de los suelos y de las estructuras críticas y estratégicas en la ciudad de Mexicali, Baja California, México, durante la ocurrencia de dos terremotos fuertes, con mayor probabilidad de ocurrir dentro de los próximos 50 años: Mw=6.5 en la falla Imperial y Mw=6.5 en la falla Cerro Prieto, de acuerdo a Anderson y Bodin (1987). Los resultados incluyen la microzonificación de la respuesta sísmica con métodos de ecuaciones empíricas predictivas, expresada en mapas con los valores máximos de la aceleración y velocidad del suelo y del espectro de respuesta de pseudovelocity y pseudoceleración, así como de isosistas. Estos resultados fueron comparados con las aceleraciones e intensidades reportadas sobre los terremotos de El Centro en 1940 y de El Valle Imperial en 1979 que afectaron a la ciudad de Mexicali. El efecto de sitio fue incorporado mediante la velocidad de propagación de ondas de corte en los primeros 30 m del subsuelo, determinada mediante inversión de ondas superficiales. El escenario para los terremotos propuestos presenta intensidades en la escala de Mercalli modificada (IMM) entre VI y IX para el área de Mexicali, con la mayor parte de la ciudad sometida a intensidades entre VIII y IX. Los mapas predictivos se utilizaron para hacer una estimación de los daños para un conjunto de estructuras críticas y estratégicas, mediante los métodos ATC-13 (ATC-13, 1985) y ATC-21 (FEMA-154, 2002).

SIS-8

DIFERENCIAS Y SIMILITUDES ENTRE LA CONVERGENCIA COCOS-NORTE AMÉRICA Y LA CONVERGENCIA COCOS-CARIBE, REFLEJADAS EN TENSORES DE MOMENTO SÍSMICO

Guzmán Speziale Marco
 Centro de Geociencias, UNAM
 marco@geociencias.unam.mx

Investigamos qué efecto tiene en los tensores de momento sísmico, la convergencia de la placa de Cocos con la de Norte América y con la del Caribe. Utilizamos 413 tensores de momento sísmico de eventos someros (profundidad menor o igual a 50 km), en el período 1978-2008 y reportados por i²The Global CMT Project±. De estos, 142 corresponden al margen Cocos-Norte América y 217 a Cocos-Caribe.

132 eventos del margen Cocos-Norte América y 219 de Cocos-Caribe corresponden a fallamiento inverso, mientras que hay 10 y 52 eventos de fallamiento normal, respectivamente. El momento sísmico escalar promedio es de 2.47E19 N-m para eventos inversos en la margen Cocos-Norte América y 3.74E18 N-m para eventos inversos en Cocos-Caribe. En general, las magnitudes de los eventos a lo largo de Cocos-Norte América son mayores que a lo largo de Cocos-Caribe, habiendo dos eventos M_Y 8 en el primero.

El promedio de azimutes de ejes P está desviado unos 15 grados del azimut de convergencia Cocos-Norte América, mientras que para la convergencia Cocos-Caribe el azimut es esencialmente igual.

Finalmente, para ambas márgenes la tasa CLVD es baja (entre 0.0 y 0.1), reflejando un fallamiento cercano al doble par.

SIS-9

SEISMIC EVIDENCE OF RIDGE PARALLEL STRIKE-SLIP FAULT OFF THE TRANSFORM SYSTEM IN THE GULF OF CALIFORNIA

Ortega Ruiz Roberto¹ y Quintanar Robles Luis²
¹CICESE, La Paz
²Instituto de Geofísica, UNAM
 ortega@cicese.mx

Oceanic crust is mainly dominated by ridge-transform fault systems, but the manner in which the stress is released nearby the transform fault is poorly known. Direct geological observations partly exposed inland in transform faults have revealed different associated structures, such as tensional cracks. However there has been a long debate about their origin. Most of these structures were supposed to be aseismic because there was no correlation with field observations and seismic records. The Gulf of California is an oblique-divergent right-lateral transform system and all the focal mechanisms of the major earthquakes are supposed to have the same sense if the earthquakes occurred within the transform system. Here we show that a left-lateral strike-slip fault almost perpendicular to the transform system was the cause of a remarkably active main- and aftershock- seismic sequence that occurred on September 1st, 2007. This event with a southwest directivity induced unusual active seismicity, none of these characteristics have been observed to date in any transform fault system. The inversion of the slip distribution was used to confirm the rupture area. We also inverted for the moment tensor solution of all the events

greater than 4.4 Mw and we observed different types of faulting, some are very similar to the main event with a strike-slip fault dislocation style and the second type of faulting is a tensional crack with high non-double couple component implying that in the oceanic crust of the Gulf of California extensional structures are coseismically generated, these structures are similar to those observed in other regions of the oceanic lithosphere.

SIS-10

DOUBLE-DIFFERENCE RELOCATION OF THE AFTERSHOCKS OF THE TECOMÁN, COLIMA, MEXICO EARTHQUAKE OF 22 JANUARY 2003

Andrews Vanessa¹, Stock Joann¹, Reyes Davila Gabriel² y Ramírez Vázquez Carlos Ariel²

¹California Institute of Technology, USA

²Universidad de Colima

vandrews@caltech.edu

On 22 January 2003, the Mw=7.5 Tecomán earthquake struck offshore of the state of Colima, Mexico, near the diffuse triple junction between the Cocos, Rivera, and North American plates. More than 500 aftershocks of the Tecomán earthquake with magnitudes from 2.6 to 5.8, each recorded by at least seven stations, are relocated using the double difference method of Waldhauser and Ellsworth (2000). Initial locations are determined using P and S readings from the Red Sismologica Telemetrica del Estado de Colima (RESCO) and a 1-D velocity model. Because only eight RESCO stations were operating immediately following the Tecomán earthquake, uncertainties in the initial locations and depths are fairly large, with average errors of 6.0 km in depth and 1.5 km in the north-south and east-west directions. Relocations use both RESCO phase readings and additional P and S readings from 16 temporary stations deployed between 23 January and 7 February 2003. Average errors decrease to 0.3 km in depth, 0.6 km in the east-west direction, and 0.3 km in the north-south direction for events occurring while temporary stations were deployed. While some preliminary studies of the early aftershocks suggested many shallow events above the plate interface, our results place the majority of aftershocks along the plate interface, for a slab dipping between approximately 20 and 30 degrees. This is consistent with the inferred slab positions from geodetic studies (Schmitt et al., 2007; Hutton et al., 2001). We also see evidence for additional faulting in the upper plate, particularly among events occurring more than 3 months after the mainshock.

SIS-11

LA LARGA DURACION DE LA SERIE DE REPLICAS DEL SISMO DE SONORA DEL 3 DE MAYO DE 1887 (MW 7.5) EN LA PROVINCIA DE CUENCAS Y CORDILLERAS DE MEXICO

Castro Escamilla Raúl¹, Shearer Peter², Astiz Luciana², Suter Max³, Jacques Ayala César³, Vernon Frank² y Huerta López Carlos¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institute of Oceanography, University of California, San Diego

³Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
raul@cicese.mx

Usamos tiempos de arribo de ondas de cuerpo locales y regionales para definir mejor el patrón de fallas activas regionales en la zona epicentral del sismo de Sonora del 3 de mayo de 1887. Determinamos las coordenadas hipocentrales de sismos ocurridos entre 2003 y 2007 usando tiempos de arribo registrados por la red local RESNES (Red Sísmica del Noroeste de Sonora) y por estaciones de la red NARS-Baja. Para los eventos ocurridos entre abril y diciembre de 2007, incorporamos tiempos de arribo de estaciones del USArray localizadas dentro de los 150 km de la frontera EUA-México. Para todos los eventos, primero obtuvimos localizaciones preliminares con el programa Hypoinverse (Klein, 2002). Después relocalizamos las coordenadas hipocentrales iniciales con el método SSST (Termino de Estación de Fuente Específica) de Lin y Shearer, (2005). Aunque esta técnica fue originalmente desarrollada para sismos locales, en este estudio la extendimos para incluir fases regionales (Pn y Sn) y pesos a los tiempos de arribo de acuerdo con su distancia fuente-estación. Los epicentros relocalizados tienden a alinearse en rasgos más planos que con sus localizaciones iniciales. La mayoría de los eventos se agrupan en la corteza superior, cerca de las fallas que rompieron durante el sismo de 1887 y pueden ser interpretados como parte de la serie de réplicas de larga duración. La región de actividad de réplicas se extiende a lo largo de la misma zona de fallas, 40-50 km al sur del extremo sur de la ruptura de 1887 e incluye fallas en la región epicentral de los eventos de Granados – Huásabas, Sonora del 17 de mayo de 1913 (Imax VIII, MI 5.0) y del 18 de diciembre de 1923 (Imax IX, MI 5.7), los cuales posiblemente son réplicas del sismo de 1887. La larga duración de las réplicas puede explicarse por la inusual magnitud tan grande del evento principal y por la baja proporción de deslizamiento y largos tiempos de recurrencia de los eventos principales de las fallas que rompieron en 1887.

Agradecimientos: La instalación y operación de red RESNES ha sido posible gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos G33102-T y 59216. Agradecemos la colaboración de Luis Inzunza, Antonio Mendoza y Arturo Pérez Vertti del

Departamento de Sismología del CICESE. También agradecemos la participación de Oscar Romero y Alejandro Hurtado del Instituto de Geología de la UNAM.

SIS-12

EL SISMO DEL 19 DE ABRIL DE 1858: UN EVENTO ENIGMÁTICO EN LA HISTORIA SÍSMICA DE MÉXICO

Suárez Reynoso Gerardo

Instituto de Geofísica, UNAM

gerardo@geofisica.unam.mx

A mediados del siglo XIX ocurrieron dos sismos relativamente cercanos en tiempo que fueron fuertemente sentidos tanto en Michoacán como en la ciudad de México. Los sismos del 7 de abril de 1845 y el del 19 de junio de 1858 son reportados por un observador de la época como dos temblores que fueron sentidos con intensidad comparable en la ciudad de México. El sismo de 1845 parece ser un evento en la costa de Michoacán. La evidencia de marejadas reportadas en Acapulco media hora después de haber sido sentido confirman que se trata de un sismo de subducción. El sismo de 1858, sin embargo, es más complejo de interpretar. Singh et al. (1996), para explicar los daños reportados tanto en la ciudad de México como en la zona central de Michoacán, sugieren que se trata de un sismo relativamente profundo, ubicado a unos 50 Km. de profundidad. Sin embargo, la localización epicentral sugerida por estos autores está aproximadamente 150 Km. al sur de la región de Morelia y Pátzcuaro, donde este evento fue sentido con mayor intensidad. Los daños en la zona central de Michoacán alcanzan intensidades máximas (MMI) de IX y X y están concentrados en una región relativamente pequeña, centrada entre Pátzcuaro y Morelia (García Acosta y Suárez, 1996; Israde-Alcantara et al., 2005). Un epicentro situado a más de 150 Km. al sur de esta región difícilmente explicaría la concentración y distribución del patrón de daños y efectos observados. Por otro lado, por debajo del Eje Volcánico, la zona donde se observaron las mayores intensidades, no han sido registrados sismos de profundidad intermedia. La sismicidad en el interior de la placa de Cocos se interrumpe abruptamente al sur del Eje Neovolcánico. Otra posibilidad es que el sismo de 1858 sea un sismo superficial similar al temblor de Acambay y a los otros sismo ocurridos en el Eje Neovolcánico. Garduño-Monroy et al. (2004) reportan evidencia de sedimentos deformados en el Lago de Pátzcuaro que sugieren la presencia de una falla activa en la zona, que parece ser la continuación de la falla de Acambay. En este segundo escenario, si el sismo de 1858 fuese cortical, las altas intensidades observadas en la ciudad de México no son fáciles de explicar. En cualquier caso, este evento representa un sismo de gran importancia que merece mayor estudio para valorar adecuadamente el peligro sísmico de la zona central del país.

SIS-13

LOCALIZACION Y REGISTROS DE BANDA ANCHA DE LOS SISMOS DEL 3 DE AGOSTO DE 2009 DE LA REGION DE CANAL DE BALLENAS, BAJA CALIFORNIA

Castro Escamilla Raúl¹, Valdés Gonzáles Carlos², Shearer Peter³, Wong Ortega Víctor¹, Astiz Luciana³, Vernon Frank³, Pérez Vertti Arturo¹ y Mendoza Antonio¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institute of Oceanography, University of California, San Diego
raul@cicese.mx

El 3 de agosto de 2009 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reportó un sismo de magnitud 6.9 que ocurrió cerca de Canal de Ballenas (28.48N, 112.24W), en la región central del Golfo de California, a 84 km al suroeste de Miguel Alemán, Sonora. Este sismo fue precedido por un evento de magnitud 5.8 que ocurrió aproximadamente 5 minutos antes. En los siguientes 40 minutos ocurrieron dos réplicas de magnitudes 4.9 y 5.9, y el 5 de agosto una tercer réplica de M 5.5. En la falla transforme de Canal de Ballenas han ocurrido otros eventos importantes en el pasado. Por ejemplo el 8 de julio de 1975 ocurrió un sismo de Ms=6.5 al oeste de la Isla Angel de la Guarda. Otros sismos de magnitud moderada en esta región han ocurrido más recientemente al norte, en la cuenca Delfín inferior, el 26 de noviembre de 1997 (M 5.5) y al sur de Isla Angel de la Guarda el 12 de noviembre de 2003 (Mw 5.4) y el 24 de septiembre de 2004 (Mw 5.8).

Los eventos de agosto de 2009 fueron registrados por estaciones regionales de la red de banda ancha RESBAN que opera el CICESE y por estaciones del SSN también localizadas en la región del Golfo de California: en La Paz, Hermosillo, Santa Rosalía, San Pedro Martir y Mexicali. Para mejorar la cobertura azimutal de los sismos, también analizamos registros del USArray de estaciones localizadas cerca de la frontera México-EUA.

El mecanismo focal preliminar del evento principal indica que el sismo fue de movimiento lateral derecho con un azimut de 216 grados y un buzamiento de 78 grados. Los registros de las estaciones de banda ancha que registraron estos eventos permiten determinar localizaciones precisas y estimar el área de ruptura de esta importante secuencia de sismos.

Agradecimientos: Este estudio ha sido posible gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos

COC022 y 48852. Agradecemos la colaboración de Luis Inzunza del Departamento de Sismología del CICESE y del personal del SSN del Instituto de Geofísica de la UNAM.

SIS-14

OBSERVACIONES EN LAS COSTAS DEL ARCHIPIÉLAGO DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES A CUATRO DÍAS DE LA SECUENCIA DE LOS SISMOS CON MAGNITUDES 6.9 A 5.0, OCURRIDOS ENTRE LOS DÍAS 3 Y 5 DE AGOSTO DE 2009

Wong Ortega Víctor y Delgado Argote Luis A.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
vwong@cicese.mx

Efectuamos una inspección visual a lo largo de las costas de la península Don Juan o parte norte de la Sierra Las Animas e islas del Archipiélago de Bahía de los Ángeles, incluyendo la isla Ángel de la Guarda los días 7 y 8 de agosto. El objetivo fue reconocer las fallas cartografiadas durante los años 1994-1999 y publicadas en diferentes medios.

La región está dominada por rocas cristalinas graníticas y metamórficas que están cubiertas por rocas volcánicas efusivas (lavas) y producidas por actividad explosiva (cenizas). Tanto las lavas como las rocas cristalinas más antiguas son de naturaleza fracturada y forman bloques cuyas dimensiones y formas varían de acuerdo con la geometría de las fracturas. Las rocas formadas por la deposición de cenizas y otros materiales más grandes lanzados durante las explosiones (tobas e ignimbritas) están, en su mayoría, pobremente consolidadas y son fácilmente erosionables. Estas rocas producidas por actividad explosiva están particularmente bien conservadas cuando están cubiertas por derrames de lavas que las protegen del intemperismo.

Debido a que la región es tectónicamente activa, está sujeta a fenómenos geológicos de volcanismo, fallamiento y sismicidad, y movimiento lateral y vertical en diferentes sectores, presenta una morfología abrupta que refleja su actividad actual y continua durante los últimos millones de años, en particular, los últimos dos. Dicha morfología de escarpes pronunciados y la naturaleza fracturada del conjunto de rocas, favorecen el desprendimiento de bloques cuando llueve y, por supuesto, cuando ocurren sismos. Los cuatro sismos registrados con magnitud mayor a 5 dispararon la caída de bloques que, al moverse principalmente en las porciones donde las cenizas son más abundantes (amplios sectores de las islas Ángel de la Guarda y Coronado y Sierra Las Animas frente a Bahía de los Ángeles), produjeron nubes de polvo muy notables.

Además del recorrido visual a los escarpes, efectuamos mediciones y verificamos fallas cartografiadas anteriormente. No observamos evidencias de movimiento en ninguna de ellas, ni el desarrollo de fracturas nuevas que pudieran asociarse con el evento sísmico. Posiblemente en algunos lugares pudieron agrandarse algunas existentes, principalmente en la mitad norte de la isla Ángel de la Guarda. En muchos lugares, tanto en las islas como en la zona peninsular, observamos incluso pendientes negativas y rocas en posición de equilibrio precario que no fueron desprendidas, lo que indica que la aceleración producida por el sismo no fue muy grande.

SIS-15

GEOMETRÍA DEL MOHO Y DE LA PLACA SUBDUCIDA EN LA ZONA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC A PARTIR DE FUNCIONES RECEPTOR

Melgar Moctezuma Diego¹ y Pérez Campos Xyol²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

trucutu_dm@yahoo.com

En diciembre de 2004 inició el Experimento Meso-Americano de Subducción (MASE por sus siglas en inglés) con la cooperación de diversas instituciones mexicanas y extranjeras. El objetivo de este experimento es modelar el comportamiento dinámico de la zona de subducción mexicana. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del análisis de funciones receptor en un perfil de 48 estaciones llamado VEOX que operó de julio del 2007 a marzo del 2009. El perfil atraviesa el Istmo de Tehuantepec desde San Mateo del Mar, Oax., hasta Monte Pío, Ver. Se muestran resultados del análisis de funciones receptor para estaciones individuales y para apilados por azimut inverso para el perfil completo. Adicionalmente, se presentan secciones de funciones receptor llevadas al dominio de la profundidad que permiten localizar y definir la geometría de la Placa de Cocos conforme ésta subduce debajo de la Placa de Norteamérica. Se halla que la Placa de Cocos tiene un ángulo de inclinación de 30° desde los 20 km hasta los 150 km de profundidad y un ángulo de inclinación de 42° de los 150 km de profundidad en adelante; el análisis de una estación fuera del perfil muestra que hay importantes variaciones laterales en la geometría de la misma. En los mismos perfiles se define la geometría de la discontinuidad de Mohoróvič que constituye la base de la corteza continental, se encuentra que ésta no tiene una geometría plana y que su profundidad varía entre los 29 km y los 45 km.

SIS-16

RESPUESTA SÍSMICA EN ALGUNOS SITIOS DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Munguía Orozco Luis y González Escobar Mario
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
lmunguia@cicese.mx

Se presentan los resultados preliminares de un estudio sobre la respuesta sísmica en varios sitios del Valle de Mexicali, Baja California, México. Este valle se caracteriza por una cubierta de sedimentos de origen marino y continental con espesores que van desde 2.5 km a 5.0 km sobre yaciendo a un basamento cristalino. Tales características geológicas dan origen a significantes efectos de sitio durante la ocurrencia de sismos de la región. El objetivo de este trabajo es entender cualitativa y cuantitativamente algunos de los aspectos más relevantes de esos efectos de sitio. Para esto, el método utilizado consiste en calcular razones espectrales entre las componentes horizontales y la componente vertical registradas en una sola estación, y obtener así una estimación de la amplificación del movimiento de las ondas S. La base de datos analizada consiste en datos digitales de aceleración registrados durante los últimos 15 años por estaciones que operan en el área del estudio. Con los registros de los eventos clasificados en varios intervalos de magnitud, se determinó la respuesta sísmica en 11 sitios del valle en los que operan estaciones acelerográficas. Con base en la semejanza entre curvas de respuesta para sismos con magnitudes bajas (entre 3 y 4) se determinó una curva promedio, o curva de referencia, que representa la respuesta sísmica del medio a movimientos débiles. Las curvas de respuesta para sismos con las magnitudes más altas (hasta $M_w = 5.7$) fueron comparadas con esta respuesta de referencia en términos de la amplitud espectral, las frecuencias predominantes y las distancias de registro. Los resultados preliminares del análisis indican factores de amplificación de la amplitud que pueden ser hasta de alrededor de 20 a frecuencias bajas, y un comportamiento no lineal de los sedimentos para el caso de algunos eventos de mayor magnitud. Estos y otros resultados del estudio se discutirán con mayor detalle durante la presentación técnica del trabajo.

SIS-17

ESTUDIO COMPARATIVO DE AMPLIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO MEDIANTE REGISTROS DE RUIDO Y SISMOS EN LOS ALREDEDORES DEL VOLCÁN DE CERRO PRIETO, BAJA CALIFORNIA

Vega Guzmán Felipe de Jesús, Vidal Villegas José Antonio, Huerta López Carlos, Sánchez Pérez Luis Alberto y Luna Munguía Manuel
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
vega@cicese.mx

Elegimos una área de alrededor de 79 km² en el Valle de Mexicali, Baja California – al centro está el volcán de Cerro Prieto - porque se han reportado amplificaciones altas de la señal sísmica. Un ejemplo lo constituye la estación GEO, localizada en el Campo Geotérmico de Cerro Prieto, donde se han registrado aceleraciones del orden de 492 Gales. Por otro lado, habitantes de poblados cercanos al área de estudio han reportado que “se sienten muy fuerte los temblores.” ¿Existe amplificación de la señal sísmica? ¿A qué se debe esta amplificación? El objetivo de nuestro estudio es responder estas preguntas y determinar la estructura superficial (0-50 m) de sitios de interés. Para lograrlo, se obtuvieron muestras de ruido, con sismómetros de periodo corto (1 s) e intermedio (5 s) y grabadoras de 16 bits, a lo largo de un perfil, el cual cruza el volcán con orientación 180 NE. Por otro lado, analizamos registros de sismos (ocurridos de 2004 a 2006) obtenidos con acelerógrafos de 24 bits. Con ambos tipos de datos (ruido y acelerogramas) efectuamos el cálculo de los cocientes espectrales H/V y el cociente relativo entre dos sitios. Para conocer la estructura somera efectuamos el modelado unidimensional de los cocientes H/V siguiendo la metodología usada por Huerta-López et al., (2005, Journal of offshore mechanics and artic engineering, vol. 127, p. 59-67.). A continuación presentamos los resultados obtenidos.

El volcán. Los cocientes H/V de muestras de ruido, nos indican que en sitios alejados del volcán, la amplitud es 1 en el rango de frecuencias analizado (0.8 a 30 Hz). En cambio en el cráter (con una altura 159 m), la amplitud es de 6 entre 0.8 y 3 Hz. Los cocientes relativos H/V de un sitio en el cráter entre el promedio de los cocientes H/V de sitios en la parte baja, es 4 a frecuencias entre 0.8 y 1.2 Hz. Los cocientes H/V de onda S, para la estación VCP de aceleración (elevación 110 m), son de alrededor de 8 a frecuencias entre 1 y 2 Hz.

El Campo Geotérmico. Los cocientes H/V, obtenidos a partir de muestras de ruido, nos dieron valores de 4 a frecuencias entre 0.8 y 1.3 Hz y los obtenidos, a partir de la onda S, indican amplitud 5 entre 1.5 y 3 Hz. En la estación GEO las condiciones de sitio son diferentes a las del volcán: elevación de 30 m y suelo parcialmente saturado.

Otros sitios. En tres estaciones ubicadas en poblados próximos a la región de estudio (una en cada poblado), los cocientes H/V – de onda S - son en un caso de hasta 17 a frecuencia de 0.8 Hz.

Para el cráter del volcán, resultados preliminares del modelado unidimensional de los cocientes H/V y de la frecuencia fundamental nos indican un buen ajuste de esta frecuencia entre 1.3 y 1.7 Hz. El modelo propuesto es de 3 capas (5, 15 y 20

m de espesor) y un semiespacio. Resultados para otros sitios los presentaremos en la reunión.

SIS-18

VISUALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS GEOLOGICAS TRIDIMENSIONALES EN LA CUENCA DE MÉXICO

Fabela Rodríguez Orlando¹, Olvera Acosta Ricardo Benjamín¹, Contreras Riuz Esparza Moisés² y Aguirre González Jorge¹

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Tokio University

ofabelar@iingen.unam.mx

Debido a su ubicación y condiciones geotécnicas la ciudad de México ha sufrido daños intensos relacionados con la fuerte actividad sísmica. Ejemplo de ello son los sismos de subducción de los años de 1957 y 1985. Al no contar con un modelo tridimensional estratigráfico de la Cuenca de la Ciudad de México, para simular la propagación de ondas sísmicas, surge la necesidad de desarrollarlo. Se generó un modelo geológico tridimensional de la zona lacustre, con el propósito de hacer simulaciones de la propagación de ondas sísmicas y poder comparar con lo observado a través de registros sísmicos, y de esta manera disminuir el peligro sísmico en las construcciones ubicadas en suelo blando de la Ciudad de México.

Inicialmente, se recopilaron veinte secciones geológicas entre 10 y 30 km de longitud cada una, elaboradas por Federico Mooser (1975). El mapa de elevaciones de la zona de estudio se obtuvo de INEGI (2004), los sondeos profundos realizados por PEMEX (1988), el levantamiento gravimétrico de Servicios Geofísicos (1953) y finalmente los registros de sismicidad.

La información obtenida se digitalizó. El modelo propuesto se simplificó a cinco paquetes estratigráficos que abarcan litologías volcánicas y sedimentarias, es decir, se generaron cinco superficies que corresponden a las interfaces de los paquetes estratigráficos, asignando velocidades de propagación de ondas Vs, Vp y densidades con base en exploraciones geofísicas previas. Para mejorar la precisión del modelo, se desarrollaron algoritmos de corrección de desplazamiento por fallas bidimensionales. Posteriormente a la corrección, se interpoló el modelo y finalmente se aplicó otro algoritmo para la reincorporaron de los desplazamientos en el modelo tridimensional. Se emplearon herramientas de visualización tridimensional para el correcto despliegue y la navegación inmersiva en el modelo geológico. Con ellas, se puede revisar tanto el exterior como el interior del modelo fragmentándolo o integrando todos sus elementos del conjunto.

Este modelo permitirá la simulación numérica tridimensional de la propagación de ondas sísmicas en la Cuenca de la Ciudad de México. Lo cual permitirá estudiar las grandes amplificaciones observadas en sismos del pasado y así evitar daños futuros. También se puede usar en la planeación y proyección de obras de ingeniería civil o sencillamente con fines didácticos.

SIS-19

MEDICIONES DE VELOCIDAD DE CORTANTE EN LOS SITIOS DE LAS LUMBRERAS 13, 17 Y 20 DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Rodríguez González Miguel, Cruz Hernández Favio y Cuenca Sánchez Julio

Instituto de Ingeniería, UNAM

mrod@pumas.i.unam.mx

En este trabajo medimos el ruido sísmico ambiental generado por la actividad de la construcción de las lumbreras 13, 17 y 20, ubicadas sobre el trazo del futuro túnel emisor oriente de la ciudad de México, para estimar la estructura somera de la velocidad de cortante en cada sitio.

Primero se uso un sismógrafo típico de prospección somera con 24 canales acoplado a geófonos verticales y configurado para medir apropiadamente entre los 4.5 y los 125 hertzios el componente vertical del movimiento del terreno. Con este equipo se registró durante aproximadamente 30 minutos en cada sitio en al menos un tendido con 115 metros de extensión. Adicionalmente utilizamos tres sensores de cinco segundos y cuatro más con periodo natural de 30 s, ambos acoplados a registradores de 24 bits, con objeto de cubrir adecuadamente la banda entre los 0.1 y los 20 Hz. Los sensores fueron distribuidos tanto en arreglos triangulares con estación central, así como con arreglos lineales y de geometría irregular. La duración de los registros fue variable desde 0.5 hasta tres horas.

Curvas de dispersión de velocidad de fase fueron construidas mediante la transformación de los registros de ruido al dominio de la lentitud y la frecuencia, e invertidas a perfiles de velocidad de cortante con la profundidad para cada uno de los tres sitios. Las funciones de transferencia 1D calculadas con el modelo de cortante concuerdan con los cocientes espectrales H/V de cada sitio. Sin embargo, las velocidades consignadas en los estudios Crosshole de cada lumbrera son menores que las estimadas en este estudio. La desviación de la vertical de los pozos construidos para los estudios Crosshole es una explicación probable de las diferencias en velocidad de cortante estimadas por ambos métodos.

SIS-20

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL MOHO SÍSMICO EN LA ESTACIÓN LNIG (NORESTE DE MÉXICO) A PARTIR DE FUNCIONES DE RECEPTOR

Ruiz Lozano Irelida¹, Pérez Campos Xyoli² y Montalvo Arrieta Juan C.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Instituto de Geofísica, UNAM

irelda_ruiz@hotmail.com

En este trabajo se determinaron las funciones de receptor a partir de telosismos registrados por la estación sismológica LNIG, ubicada en la Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N. L. La estación LNIG (perteneciente al Servicio Sismológico Nacional) se localiza en la zona de transición entre la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera de Golfo, sobre lutas de la Formación Méndez. La función de receptor, definida como la deconvolución entre la componente radial y la componente vertical, puede ser usada para caracterizar ondas convertidas en las interfases geológicas, enfatizando fases convertidas P a S, así como eliminando la complejidad de la fuente, siendo una herramienta poderosa para producir imágenes de discontinuidades de la corteza y del manto superior a partir de arribos de telosismos. El cálculo de las funciones de receptor se llevó a cabo con la metodología propuesta por Langston (1979). Para este estudio se escogieron 56 telosismos con las siguientes características: 5.4 # Mw # 7.8 y 30° # # # 90° de una base de datos compuesta por 800 terremotos registrados en el periodo enero 2006 a abril 2009, teniendo una cobertura acimutal mayor a 270° para las trayectorias analizadas. Para la determinación de los modelos de estructura, se probaron tres rangos de velocidades de ondas P (VP = 6.1, 6.3 y 6.45 km/s) para la corteza, encontrándose que la discontinuidad del Moho sísmico se ubica a una profundidad promedio de 24 – 25 km; así mismo, se encontraron fuertes contrastes de amplitudes sísmicas a 6, 100, 410, 660 km relacionadas con otras discontinuidades. Los resultados de este trabajo se compararon con los resultados de Mickus y Montana (1999), Chulick y Mooney (2002) y Keller y Shurbet (1975) para regiones cercanas al área de estudio. Finalmente, los resultados obtenidos servirán para entender la evolución tectónica de la región, así como, para contar con un modelo de velocidades para la localización de hipocentros.

SIS-21

GEOMETRÍA DE LA PLACA DE COCOS USANDO FUNCIONES RECEPTOR A LO LARGO DE LA LÍNEA MASE

Greene Gondi Fernando^{1 y 2} y Pérez Campos Xyoli³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Universidad de Miami

³Instituto de Geofísica, UNAM

fgondi@gmail.com

El Experimento de Subducción de Mesoamérica (MASE) dio inicio en diciembre de 2004, con el objetivo modelar el comportamiento dinámico de la placa de Cocos debajo de la de Norteamérica. Para ello fueron instaladas 100 estaciones sismológicas de banda ancha en una línea que va desde Acapulco, Gro., a Tempoal, Ver., cerca al Golfo de México. El objetivo de este trabajo es encontrar la geometría de la placa subducida utilizando como herramienta la técnica de funciones receptor. Para el análisis en cada estación, las funciones receptor fueron ordenadas por azimut inverso, distancia y parámetro de rayo. Se realizaron perfiles en azimuts inversos de cada 10° para obtener los tiempos de arribo correspondientes al techo y base de la corteza oceánica, discontinuidades corticales y Moho. Los resultados muestran tres variaciones en su ángulo de buzamiento: de la costa hasta ~65 km tierra adentro, el ángulo es de ~22°; de ~65 km hasta ~220 km, el ángulo es prácticamente nulo; y de ~220 km hasta ~240 km, se tiene un cambio gradual en su ángulo hasta alcanzar 67° debajo de la Faja Volcánica TransMexicana (FVTM), donde finalmente la placa entra al manto. También pudo ser identificada una zona de velocidad anómala con espesor de ~10 km, localizada entre la corteza oceánica subducida y la corteza continental hasta una distancia de ~220 km desde la costa. En la zona sur y norte del perfil (25-215 km y 380-540 km desde la costa) identificamos una discontinuidad cortical con una profundidad promedio de ~20 km. Además de identificar la geometría, los tiempos de arribo en donde la placa subducida es horizontal presentan una fuerte dependencia azimutal, en donde las componentes transversales de las funciones receptor revelan anisotropía posiblemente relacionada al flujo convectivo dentro del manto superior. También, se realizaron funciones receptor sintéticas con un programa 2D de propagación de ondas por diferencias finitas, utilizando un modelo de velocidades S obtenido de una tomografía de ondas superficiales para el perfil MASE (Iglesias et al. 2009). Los resultados sintéticos muestran buena aproximación con los datos experimentales hasta una profundidad de ~150 km, donde el doblamiento y desdoblamiento de la placa se encuentra bien definida. Además, en las simulaciones se incluyó la discontinuidad somera reportada por Valdés y Meyer (1996), la cual produjo los mismos múltiples negativos observados en los datos experimentales. Finalmente el modelado directo fue una herramienta útil para estimar el ángulo de subducción debajo de la FVTM, la cual muestra un fuerte ángulo de ~67°, similar al reportado por Husker y Davis (2009) a partir de tomografía de ondas P.

SIS-22

CAPACIDAD DE LOCALIZACIÓN DE UNA RED SISMOGRÁFICA

Nava Pichardo F. Alejandro, Acosta Chang José y Frez Cárdenas José
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 fnava@cicese.mx

Se presenta un método para estimar la capacidad de localización hipocentral de una red de sismógrafos en un área determinada, que es la probabilidad de que haya cobertura suficiente para la localización para cada punto del área considerada. El método considera la distribución espacial de las estaciones y requiere de una ley de atenuación y de una relación Gutenberg-Richter. Se presenta, como ejemplo de motivación y aplicación, el análisis de la capacidad de una red sismográfica para interpretar los resultados de un estudio de microsismicidad efectuado en la falla de Agua Blanca, en Baja California, México.

SIS-23

EVENTOS SÍSMICOS DE BAJA FRECUENCIA EN EL VOLCÁN CEBORUCO

Sánchez Aguilar John, Rodríguez Uribe Carolina, Núñez Cornú
 Francisco Javier, Trejo Gómez Elizabeth y Suárez Plascencia Carlos
Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
 jjsanchez@pv.udg.mx

El estratovolcán Ceboruco (21.125°N, 104.508°W, 2280 m.s.n.m.) registró actividad eruptiva en 1870 y durante aproximadamente cinco años las manifestaciones de actividad superficial incluyeron emisión de vapor y gases, caída de cenizas, y derrames de lava riodacítica por la ladera suroeste. En el año 2003 se instaló una estación sismológica autónoma en el flanco suroccidental de la caldera exterior, equipada con un sismómetro de corto período y tres componentes. Durante el periodo Marzo 10 de 2003-Junio 23 de 2008 se han detectado 137 temblores identificados como eventos sísmicos de baja frecuencia que determinan tasas de sismicidad entre 0.17 eventos/día – 1.00 eventos/día. Estos eventos no tienden a ocurrir en enjambres energéticos y sus formas de onda exhiben cierta variabilidad, aunque predominan los eventos con codas extendidas, algunos con duraciones que superan los 50 s. La inspección preliminar de las formas de onda observadas sugiere que eventos similares y que posibles grupos de eventos similares no ocurren cercanos en el tiempo, lo cual puede indicar la persistencia temporal de procesos magmáticos de naturaleza diversa. Analizamos las formas de onda para establecer cuantitativamente la semejanza entre eventos y definir familias de temblores. Actualmente se realizan actividades tendientes a la instalación de estaciones sismológicas adicionales con el propósito de detectar, caracterizar y localizar de manera más precisa la sismicidad regular que ocurre en el Ceboruco.

SIS-24

EL USO DE LA TÉCNICA DEL DECREMENTO ALEATORIO (TDA) PARA DETERMINAR IN-SITU EL AMORTIGUAMIENTO Y LA FRECUENCIA NATURAL DE LOS SUELOS

Fernández Heredia Avelina Idalmis^{1,2}, Huerta López Carlos¹ y Castro Escamilla Raúl¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas de Cuba, CENAISS
 idalmis@cicese.mx

Determinar la respuesta sísmica de depósitos de suelo es un problema complejo y su solución requiere del conocimiento de las propiedades dinámicas de los mismos, tales como el amortiguamiento y la frecuencia natural del sitio. También es importante conocer las condiciones que prevalecen durante la propagación de las ondas sísmicas a través estos medios. Estas propiedades tienen un efecto significativo en la respuesta del suelo ante la ocurrencia de sismos de diferentes magnitudes.

El objetivo de este trabajo es calcular el valor efectivo del amortiguamiento del suelo, así como la frecuencia natural en sitios con características litológicas diferentes, a partir de registros de terremotos, haciendo uso de la Técnica del Decremento Aleatorio (TDA). Esta técnica permite determinar in situ parámetros geotécnicos de los depósitos de suelo sometidos a diferentes niveles de esfuerzo, entre estos se encuentra el amortiguamiento o la razón de amortiguamiento crítico. La innovación que ofrece esta técnica de procesamiento de señales, es que tras obtener una pseudo-curva de vibración libre, el sistema puede ser caracterizado en términos del amortiguamiento y su frecuencia de vibración dominante, conociendo solo su respuesta.

Para determinar estos parámetros usamos sismogramas de terremotos registrados por la Red Sísmica del noreste de Sonora, México (RESNES). Basados en la localización de las estaciones de RESNES y de acuerdo con los mapas de geología superficial publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), identificamos tres sitios con características litológicas diferentes: el primero compuesto por rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario, el segundo compuesto por conglomerados del Terciario y el tercero compuesto por rocas ígneas extrusivas ácidas del Cretácico. Esta clasificación permite comparar los valores obtenidos del amortiguamiento y la frecuencia natural de tres diferentes tipos

de suelos. Estos resultados son útiles para explicar las características específicas de la respuesta sísmica local del terreno en cada uno de los sitios analizados. También presentaremos simulaciones numéricas obtenidas para calibrar la capacidad de resolución de la técnica TDA.

Agradecimientos: La instalación y operación de red RESNES ha sido posible gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos G33102-T y 59216. Agradecemos la colaboración de Luis Inzunza del Departamento de Sismología del CICESE, y de Cesar Jacques y Alejandro Hurtado del Instituto de Geología de la UNAM.

SIS-25

ESTRUCTURA SOMERA DE LA VELOCIDAD DE CORTANTE EN SEDIMENTOS USANDO RUIDO SÍSMICO AMBIENTAL. COMPARACIÓN ENTRE SPAC Y CCA

Cruz Hernández Favio y Rodríguez González Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
 oivaf82@yahoo.com.mx

El campo del ruido sísmico ambiental está encontrando diversas aplicaciones pues se ha establecido que la respuesta al impulso de la estructura geológica involucrada puede obtenerse a partir del promedio de las correlaciones cruzadas de los movimientos registrados en el coda de sismos locales o en el ruido sísmico tanto en el dominio del tiempo como en el de las frecuencias.

En el trabajo de campo realizado en la ciudad de Tecoman, Colima el campo de ruido sísmico ambiental fue registrado por arreglos circulares de tres, cinco y veinte estaciones, con radios desde los 15 hasta los 100 metros. El equipo utilizado fue un sismógrafo GEODE típico de exploración somera de 24 canales con geófonos verticales de 4.5 Hz y un sismógrafo de banda ancha (K2+ Guralp) con sensores de 30 segundos. Los registros obtenidos, que tienen duraciones de 20 minutos hasta una hora, fueron procesados primero mediante el procedimiento típico de SPAC y enseguida con la propuesta reciente de Cho et. Al., 2004, conocida como la de arreglos circulares sin estación central (CCA, por sus siglas en inglés).

Encontramos que la validez de las estimaciones de velocidad de fase para longitudes de onda grandes se extiende en el caso de la técnica CCA hasta aproximadamente 20 veces el radio del arreglo. Esto permite que arreglos circulares pequeños permitan explorar decenas de metros.

SIS-26

APSYS: SOFTWARE LIBRE PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE ESTACIONES DE BAJO COSTO Y PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS DE ARREGLOS DE MICROTREMORES CON EL MÉTODO SPAC

Aguirre González Jorge, Santiago Cruz Lauro, Tapia Pozos David y Mijares Arellano Horacio
Instituto de Ingeniería, UNAM
 joagg@pumas.iingen.unam.mx

El alto costo de los instrumentos de registro sísmico de marca ha forzado a buscar otras alternativas. Un de ellas está en la unidad SR04 que consiste en dos tarjetas electrónicas que permiten la digitalización de datos y la sincronía mediante la señal de GPS. Esta unidad tiene la ventaja de digitalizar las señales en registros de 24 bites de resolución. A esta unidad se le pueden conectar diversos sensores dependiendo del objetivo de la investigación. Un alternativa de bajo costo consiste en conectar tres geófonos de 4.5 Hz (similares a los usados para refracción sísmica) en las tres direcciones ortogonales que podría ser usado para exploración somera, registro y localización de eventos sísmicos cercanos, etc. La unidad se conecta a una computadora que se encarga de recibir los datos y grabarlos ya que la unidad no cuenta con dispositivo de almacenaje.

Apsis es un programa que hemos desarrollado para la comunicación con la tarjeta de adquisición de datos y que a su vez permite su configuración. Lee los datos provenientes de una o varias unidades conectadas a través del puerto serie, los despliega en la pantalla y los almacena en archivos. El sistema de almacenado puede ser de dos maneras: 1) crear archivos nuevos cada vez que se le indique que los guarde, o bien 2) que utilice el sistema de "ring buffer" sobre-escribiendo los archivos sobre archivos usados anteriormente de forma tal que solo se mantenga la información de digamos el último mes (la duración del ring buffer puede ser variable). Los archivos se guardan en formato SAC binario lo cual permite el ahorro de espacio así como tenerlos listos para su análisis. Una de las opciones permite la visualización de cualquier archivo que se encuentre en formato SAC, así como el despliegue de los datos almacenados en su encabezado.

Adicionalmente Apsis permite de manera rápida procesar datos de arreglos de microtemblores registrados en triángulos equiláteros usando el método SPAC. Despliega gráficamente las trazas en el dominio del tiempo, muestra los espectros de potencia, las correlaciones cruzadas en varias ventanas de tiempo y su selección, el coeficiente de correlación y la sección de la curva de dispersión encontrada por cada triángulo. La inversión de la curva de dispersión de velocidad de fase de ondas de Rayleigh encontrada con éste método permite la estimación de la estructura de velocidades misma que puede ser de interés para diferentes campos como el estudio de efectos de sitio y estudios geotécnicos, entre otros.

SIS-27

DIAGNÓSTICO DE NUEVOS PRODUCTOS Y PROCESOS AUTOMÁTICOS DEL SSN

Franco Sánchez Sara Ivonne¹, Iglesias Mendoza Arturo², Rodríguez Iván¹, Cárdenas Monroy Caridad¹, Rodríguez Abreu Luis Edgar¹, Pérez Campos Xyoli², Hernández Alinne Solano², Valdés Gonzáles Carlos², Singh Shri Krishna² y Quezada Reyes Aida¹

¹Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
ivonne@ollin.igeofcu.unam.mx

El principal objetivo del SSN es determinar la localización y magnitud de un evento así como difundir dicha información.

Desde 1992 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) comenzó un proceso de modernización de la red. Este proceso, en un inicio, consistió en establecer observatorios sismológicos de banda ancha distribuidos en todo el país, lo que ha permitido tener un mejor registro de los eventos que ocurren en nuestro territorio. Los datos se transmiten en tiempo real a la estación central, permitiendo reducir los tiempos de cálculo de los parámetros principales de un sismo (latitud, longitud, profundidad y magnitud).

Actualmente, la modernización del SSN busca generar nuevos productos que sean de utilidad para los usuarios de los datos del SSN.

En este sentido, a lo largo de los últimos 4 años, se han desarrollado diversos procesos automáticos que tienen por objetivo, por un lado, ofrecer mayor información de los eventos registrados, y por otro tener un mejor control de la calidad de los datos.

Además, desde finales del 2007 el SSN es responsable de una red de estaciones permanentes GPS.

En este trabajo describimos el desarrollo e implementación de los sistemas automáticos utilizados para generar los nuevos productos que el SSN ofrece, además de presentar un diagnóstico de su funcionamiento durante este año 2009. Dentro de estos productos destacan las series de tiempo provenientes de las 18 estaciones permanentes GPS; el CMT Mexicano (que tiene funcionando en modo de prueba 3 años), el cálculo de aceleraciones máximas para eventos de magnitud M#4.5 y, el cálculo automático de las curvas de ruido para cada una de las estaciones de banda ancha del SSN.

De los 67 eventos reportados por el SSN del 1 de Enero al 13 de Agosto del 2009, con M#4.5, el CMT obtuvo el tensor de momentos de forma automático para 41 eventos.

El cálculo automático de aceleraciones empezó a funcionar el 3 de Agosto de este año; sin embargo, de forma manual se tiene el cálculo para 56 eventos. En cuanto a las curvas de ruido, se han calculado todas para cada uno de los días que las estaciones sismológicas han funcionado.

SIS-28

LA RED SÍSMICA DEL VALLE DE MÉXICO: NUEVOS RESULTADOS

Jiménez Jiménez Zenón¹, Cárdenas Ramírez Arturo¹,
Quintanar Robles Luis¹ y Bello Segura Delia I²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²Posgrado en Geofísica

zenon@ollin.geofisica.unam.mx

El desarrollo que ha tenido la Red Sísmica del Valle de México (RSVM) durante los últimos años ha permitido lograr una cobertura aceptable para monitorear la sismicidad originada dentro de la zona metropolitana de la Cuenca de México. Es así que actualmente la RSVM cuenta con 14 estaciones de banda ancha del tipo CMG-6TD, cuya respuesta frecuencial es plana desde los 0.03 Hz hasta los 100 Hz. La red cubre principalmente el Distrito federal y municipios conurbados del estado de México.

Actualmente la mayoría de las estaciones se ubican en territorio del Estado de México, dentro de las instalaciones de campus de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Lo anterior permite transmitir en tiempo real la señal captada por los equipos al centro de operación del Servicio Sismológico Nacional en la ciudad de México.

El análisis espectral de los eventos cubiertos por la red ha mostrado en general valores de caídas de esfuerzo menores a 1 MPa. Se ha encontrado asimismo una dependencia de este parámetro con la zona en el que se localizan los epicentros, siendo la zona de Milpa Alta la que arroja los mayores valores.

Las perspectivas a futuro para la RSVM son el mejoramiento de la cobertura mediante la instalación de 16 nuevos equipos dentro del Distrito Federal, lo cual repercutirá en un mejor conocimiento de los efectos de sitio a nivel delegacional o municipal en la ciudad de México y zonas conurbadas, contribuyendo así a un enriquecimiento en la información del Atlas de Riesgo para la Cuenca de México.

SIS-29

MAGNITUDES Y RESIDUALES DE MAGNITUDES PARA LA REGIÓN DE FALLAS DE SIERRA JUÁREZ

Frez Cárdenas José, Acosta Chang José, Nava Pichardo F. Alejandro y Carlos Villega Jaime
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
jofrez@cicese.mx

El monitoreo de microsismicidad de la zona de fallas de Sierra Juárez hecha en el 2002 (red compuesta por 32 estaciones, tres componentes digitales, período corto) produjo alrededor de 4200 hipocentros. En esta presentación, nos referimos específicamente a la estimación de la magnitud. Para el cálculo de ML, se utiliza preferentemente la reducción instrumental a un sismómetro Word-Anderson; complementamos lo anterior con cálculos de la magnitud de momento. Además, comparamos nuestros resultados con las determinaciones hechas por RESNOM (61) y de la SCSN (14). En nuestro cálculo de ML, utilizamos los parámetros utilizados por RESNOM y que corresponde a la Cordillera Peninsular. Una dificultad es la existencia de dos estructuras sísmicas distintas, la de la Sierra y la del Pie de la Sierra hacia el área de Laguna Salada.

Para seleccionar el valor de ML, utilizamos histogramas con las magnitudes obtenidas de cada componente horizontal de los registros y evaluamos la significación del promedio, el modo y la mediana tomando en cuenta la presencia de residuales aislados muy grandes y con mucha variabilidad además de conductas no-gaussianas.

La variabilidad alrededor de la estimación central es alta, de 0.5 o aún más, en muchos casos. Hemos aplicado una regionalización para hacer correcciones y los residuales son estudiados en cuanto a su dependencia con la regionalización, el tiempo, la distancia y el acimut. Una diferenciación en las dos zonas básicas (Sierra y Pie de la Sierra) nos lleva a buscar corregir los parámetros que calculan la magnitud para la segunda zona. Una conducta distinta de los residuales para distancias menores y mayores a 25-30 km, se asocia a estructuras someras y profundas. Existen estaciones con factores de amplificación altos. Los residuales nulos se asocian a la franja de mayor sismicidad, perpendicular a las líneas tectónicas principales.

SIS-30

MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS PARA LA ZONA CONURBADA DE XALAPA

Torres Morales Gilbert Francisco¹, Aguirre González Jorge², Dávalos Sotelo Raymundo³, Mora González Ignacio¹, Hernández Hernández Javier¹, Leonardo Suárez Miguel¹ y Huesca Hernández Daniel¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

²Instituto de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Ecología A.C.

giltorresmorales@yahoo.com.mx; gitorres@uv.mx

Se presentan los resultados del proyecto denominado: "Microzonificación de Peligros Geológicos para la Zona Conurbada Xalapa", desarrollado por el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) y financiado por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz. El proyecto tiene como fin contribuir a la prevención y mitigación de los peligros geológicos, tanto naturales como inducidos por las actividades humanas en la Zona Conurbada Xalapa (ZCX), es decir, la caracterización de los procesos geológicos y geotécnicos potencialmente dañinos o catastróficos que pueden afectar la ZCX.

Estos estudios abarcan principalmente la delimitación del peligro sísmico, mediante una microzonificación sísmica, para lo cual se realizó un estudio de las características más importantes de la ZCX, como su geología, geotecnia, hidrología e hidrología histórica y ubicación de las zonas de daño por sismos históricos. Asimismo, se han tomado más de 450 puntos de vibración ambiental en las diferentes zonas geológico-geotécnicas para determinar sus características dinámicas y de efecto de sitio mediante la técnica Nakamura, y se han instalado estaciones de monitoreo sísmico permanente en terreno firme y blando, utilizando sismómetros de banda ancha marca Guralp modelo CMG-6TD, registrando en continuo a 100 mps las 24 horas.

Se han instalado hasta ocho estaciones de monitoreo sísmico, registrando a la fecha más de 70 sismos simultáneamente, con lo que se pudo aplicar la técnica estándar y corroborar los resultados obtenidos mediante vibración ambiental y la técnica de Nakamura. Se está iniciando la obtención de registros de vibración ambiental mediante arreglos utilizando la técnica SPAC, con lo que se obtendrán más datos de las diferentes zonas geológico-geotécnicas. Con estos resultados, se alimentó un SIG y se generaron registros de interpolación, obteniéndose mapas de isofrecuencias, isoperíodos, e isoamplificaciones respecto a terreno firme. Estos resultados se compararon con los mapas de las principales características en la ZCX y se estableció una clasificación cualitativa de las zonas de mayor a menor peligro sísmico.

Además, se incluye la delimitación de los peligros por movimientos del terreno (inestabilidad de laderas) e inundaciones. La información sobre los peligros naturales se plasmará en forma de Mapas de Peligrosidad (Cartografía de Peligros Geológicos), a los que se pueden asociar bases de datos relacionadas con la

tipología del peligro. La integración de estas cartografías y bases de datos en un sistema de información geográfica (SIG), es un aspecto de gran interés ya que permite modificaciones en la medida que se produzcan cambios en el medio físico, en la actividad económica o en el desarrollo de las poblaciones.

Los SIG constituyen la herramienta base para la integración de los peligros, ya que permiten manejar gran cantidad de información, cruzándola para obtener nuevos mapas resultado del análisis de las variables y factores considerados de influencia en los procesos. Estos SIG son un elemento fundamental para que autoridades, legisladores y técnicos puedan fundar sus decisiones en los campos de su competencia, tales como la elaboración de leyes y normativas o en materia de ordenación territorial, protección civil o prevención de catástrofes.

SIS-31

ANÁLISIS DE ONDAS SUPERFICIALES OBSERVADAS EN CORRELACIONES CRUZADAS DE RUIDO SÍSMICO PARA ESTACIONES DE MASE Y DEL SSN

Iglesias Mendoza Arturo¹, Franco Sánchez Sara Ivonne², Clayton Robert³, Pérez Campos Xyoli¹ y Singh Shri Krishna¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM

³Seismological Laboratory, California Institute of Technology
arturo@geofisica.unam.mx

El experimento MASE operó de manera regular desde principios del 2005 hasta la primera mitad del 2007. Constaba de 100 estaciones de banda ancha registrando de modo continuo a una tasa de 100 muestras/segundo. Esta manera de registro no solo ha sido útil para trabajar con los registros locales, regionales y telesísmicos, sino además con los registros continuos de ruido que permiten obtener información de la estructura de velocidades para el centro y sur de México. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de ondas superficiales observadas en correlaciones cruzadas de ruido entre algunas de las estaciones de la red MASE y de la red del SSN. Los curvas de dispersión obtenidas muestran importantes diferencias entre la zona de ante-arco, arco y trasarco confirmando resultados previos obtenidos con análisis de ondas superficiales observadas en registros regionales.

SIS-32

ATENUACION DE ONDAS CODA EN LA REGION SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Wong Ortega Víctor, Castro Escamilla Raúl y Huerta López Carlos
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
vwong@cicese.mx

Investigamos la heterogeneidad de la corteza oceánica en la región sur del Golfo de California (GoC) mediante un estudio de atenuación de las ondas de coda. En esta región se instaló en octubre del 2005 una red temporal de 15 sismógrafos de fondo oceánico (OBS) como parte del proyecto SCOOBA (Sea of Cortes Ocean-Bottom Array). El proyecto SCOOBA, es producto de la colaboración entre Lamont-Doherty Earth Observatory de Columbia University, Wood Hole Oceanographic Institute y CICESE. Los OBS que se usaron cuentan con un sensor tri-axial (Nanometrics Trillium 240) con respuesta entre 4 mHz y 35 Hz, una grabadora de 24 bits A/D con un rango dinámico de 120 dB y razón de muestreo de 31.25 m/seg. El tiempo lo suministra un reloj Seascan Precision Timebase con deriva de <0.5 mseg/día. La energía eléctrica la suministra una serie de baterías que le dan autonomía de 17 meses de registro en modo continuo. Los datos de este arreglo de OBS nos permitieron monitorear la actividad sísmica a lo largo del sistema de fallas transformes del GoC por un periodo de 12 meses (hasta octubre de 2006). La localización y distribución de los OBS en el GoC permite obtener datos adecuados para estimar la estructura inelástica de la corteza oceánica y de las zonas de dispersión de fondo oceánico del GoC. Estimamos el factor de calidad Q analizando las ondas de coda en cada una de las estaciones con OBS mediante el modelo de dispersión simple de Sato (1977) (single-scattering model). La base de datos y el espaciamiento entre OBS (100-150 km) permite escoger eventos locales en un radio menor al espaciamiento entre estaciones y con un lapso de tiempo de 10 a 20 seg para muestrear volúmenes cercanos a cada estación. Este análisis se enfoca en la estimación de la atenuación en las cuencas y centros de dispersión de la región sur del GoC. Las estimaciones de Q obtenidas con registros de los OBS permiten inferir diferentes aspectos de la estructura térmica asociada a los centros de dispersión.

Agradecimientos: Este proyecto recibe apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante el proyecto 62116. Agradecemos la participación de Arturo Pérez Vertti y de Antonio Mendoza del Departamento de Sismología del CICESE; de James Gaherty de Columbia University y de John Collins del Wood Hole Oceanographic Institute.

SIS-33

ESPECTRO SÍSMICO Y PERIODOS DOMINANTES ASOCIADOS A ROCAS CALCÁREAS PALEOZOICAS Y SUELOS CUATERNARIOS EN LA PORCIÓN CENTRAL DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO SONORA, MÉXICO

López Pineda Leobardo¹, Durazo Tapia Gustavo¹, Villalva Salvador² y Felisardo Gámez Rosario¹

¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

²Universidad de Sonora
odraboel@yahoo.com

Una de las principales regiones de mayor riesgo geológico en la ciudad de Hermosillo Sonora, es la zona del vado del Río Sonora, lugar donde se han desplantado estructuras pesadas como los palacios de gobierno federal y estatal, cadenas hoteleras, centros comerciales y unidades habitacionales. La construcción de este complejo urbano ha sido criticado previamente a su construcción por profesionales del área de ciencias de la Tierra en virtud de la presencia de un claro alineamiento tectónico N-S interceptado por otro alineamiento E-W que coincide con el rumbo general del Río Sonora y los alineamientos NE- SO propios de la actual tectónica transtensional además de indicadores de la disolución de las rocas calcáreas paleozoicas presentes en el área. En este corredor por su importancia política, económica y social agrupa a cientos de hermosillenses diariamente.

Con la finalidad de determinar con mayor certeza las condiciones del suelo y subsuelo de esta porción de la ciudad se realizaron estudios sísmicos de refracción, periodos dominantes y análisis espectral. Caracterizando el subsuelo con tres cuerpos con velocidades de propagación de las ondas compresionales desde 300 a 500 m/s, asociados a suelos aluviales, otro cuerpo con velocidades de 1800 a 2500 m/s presumiblemente asociadas a material calcáreo que sobreyace a un basamento granítico de velocidad de 5000 m/s. Con el análisis espectral se establece la hipótesis de que las rocas paleozoicas calcáreas responden a un periodo de 0.1 s, y las rocas graníticas se asocian con un periodo de 0.05 s. Los suelos más vulnerables a cualquier sollicitación sísmica son aquellos que presentan periodos dominantes mayores de 2 s. bajo la técnica de Nakamura.

Las condiciones del subsuelo en la zona del vado del Río Sonora en términos generales presentan una secuencia estratigráfica de suelo aluvial, rocas calcáreas sobreyaciendo a un basamento granítico, sin embargo existe una porción en la margen izquierda del Río Sonora, precisamente en la retícula formada por los alineamientos tectónicos N-S, E-O y NE- SO, con un paquete sedimentario de mayor espesor asociado con los periodos dominantes mayores de 2 s, lo que señala una zona de inestabilidad donde los constructores deben tomar las medidas necesarias para diseñar estructuras seguras.

SIS-34

DETERMINACIÓN DE LA ANISOTROPÍA SÍSMICA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA CON SÍSMICA PASIVA

Lermo Samaniego Javier y Rodríguez Flores Héctor
Instituto de Ingeniería, UNAM
jles@pumas.ii.unam.mx

A partir del registro continuo de 360 sismogramas digitales registrados desde 1997 a 2008 en seis estaciones sismológicas que conforman la red sísmica permanente del campo geotérmico de Los Humeros, Puebla, se utilizaron para investigar la anisotropía sísmica de las ondas de corte en cada una de estas estaciones que se encuentran distribuidas dentro campo geotérmico. Para el análisis se utilizaron las tres componentes en superficie, determinando manualmente los tiempos de arribo de las ondas P y S. Para determinar los parámetros anisotrópicos, se rotan las componentes horizontales en dirección a la fuente, después se determina la polarización visualmente del movimiento de la partícula, y el tiempo de retardo se obtiene de la correlación cruzada entre las componentes transversales rotadas, tomando una ventana de 300 ms a partir de la llegada del modo cortante rápido. Los resultados preliminares muestran dos estructuras anisotrópicas diferentes en la zona norte y sur del campo. La orientación hacia el norte es aproximadamente EW, mientras que la del sur es aproximadamente NS.

SIS-35 CARTEL

POSIBLES ESTRUCTURAS SISMOGÉNICAS EN LA ZONA MEDIA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Sánchez García Ana Cristina¹, Barboza Gudiño José Rafael² y Gómez González Juan Martín³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Instituto de Geología, UASLP

³Centro de Geociencias, UNAM
cristina_cqiu08@hotmail.com

Gran parte del país se encuentra dentro de las zonas denominadas "asísmica" e "intermedia con el mínimo de sismos presentes", pero actualmente se ha documentado actividad sísmica en áreas donde no se habían reportado movimientos telúricos, siendo uno de los casos el del estado de San Luis Potosí, lo cual ha llamado la atención de investigadores y dependencias responsables de la protección

civil y planeación, entre otros. Al parecer y según el análisis histórico, siempre han existido eventos aunque de poca magnitud y en forma esporádica y lo que no había antiguamente era la comunicación y el registro como se dan en la actualidad.

El presente trabajo tiene como área de estudio la zona media del estado de San Luis Potosí. Los trabajos previos relacionados con este tema y específicamente en esta zona son escasos, por lo que se hizo una recopilación de información de eventos sísmicos históricos en archivos, hemerotecas o a través del testimonio verbal en algunas comunidades. Se revisaron reportes elaborados por personal del Instituto de Geología de la UASLP así como del Centro de Geociencias de la UNAM, Campus Juriquilla en la ciudad de Querétaro, quienes han instalado estaciones sísmicas temporales en los límites San Luis Potosí-Querétaro, registrando gran cantidad de eventos menores. Sin embargo la interrogante siguen siendo las estructurasismogénicas, su distribución y su naturaleza.

Por lo anterior, se documentaron en campo estructuras como fallas y aparatos volcánicos del tipo de conos cineríticos, xalapazcos y algunos derrames basálticos relacionados frecuentemente a las zonas con los registros sísmicos tanto históricos como recientes. Con estos datos se reconocieron dos áreas o lineamientos paralelos mayores que atraviesan la zona media del estado de San Luis Potosí de sur-sureste a norte-noroeste. En el presente trabajo estos lineamientos se denominan 1) lineamiento San Ciro-La Polvora y 2) lineamiento Pinihuan-Tepeyac. Aunque la actividad volcánica no se ha presentado por varios cientos de miles de años, el volcanismo mencionado parece haber estado directamente relacionado a las mismas fallas o estructuras regionales que en la actualidad solo registran esporádicamente los sismos.

SIS-36 CARTEL

EL SISTEMA AUTOMÁTICO Y PORTAL DE DIVULGACIÓN DE LA SISMICIDAD EN EL SUR DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Ortega Ruiz Roberto, Aguirre Estrada Alfredo y Mayer GERALDO Sergio
CICESE, La Paz
ortega@cicese.mx

Debido a la gran necesidad de estudiar los terremotos de Baja California Sur, el CICESE junto con el Servicio Geológico Americano (USGS) realizaron un convenio de cooperación para monitorear la región, decidiendo instalar una estación de banda ancha en la Sierra La Laguna Baja California Sur (SLBS). A partir del 18 de diciembre del 2008 el equipo se encuentra en operación el cual cuenta con transmisión satelital en tiempo real y se recibe directamente en las instalaciones de CICESE La Paz.

Actualmente, se ha terminado de desarrollar un sistema de información el cual está al alcance de todo el público vía internet. Este sistema informa sobre la magnitud y localización de los sismos después de los primeros minutos de ocurrido un evento. Por primera vez se cuenta con información específica de la zona de Baja California Sur totalmente operada por personal del CICESE en La Paz.

SIS-37 CARTEL

LOCALIZACIONES MONO-ESTACIÓN DE SISMICIDAD EN LAS IMEDIACIONES DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO, QRO.

Mercado Martínez Sandra I.¹, Gómez González Juan Martín², Nieto Samaniego Ángel², Alaniz Álvarez Susana² y Montalvo Arrieta Juan C.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM
simmyt@hotmail.com

Se reportan las localizaciones epicentrales de dos monitoreos sísmicos llevados a cabo al sur de la ciudad de Querétaro, en parte de los municipios de Huimilpan y Pedro Escobedo, Querétaro. Estos monitoreos complementan estudios geológicos y estructurales previos. La zona se encuentra en el cruce de dos sistemas de fallas regionales; la de Taxco - San Miguel de Allende (orientación NNW) y el de Chapala - Tula (orientación ENE). Dadas las características de las fallas presentes es probable que una o varias de ellas sean activas o potencialmente activas. Sin embargo, la poca ocurrencia de temblores y los escasos registros de sismicidad histórica han hecho suponer que esta región es asísmica. Esta suposición quedó eliminada con la secuencia de sismos ocurridos en el poblado de Sanfandila, en los primeros tres meses de 1998, la cual despertó el interés por encontrar una asociación entre las principales estructuras geológicas regionales y la sismicidad presente. En 2001 y 2003 se llevaron a cabo dichos monitoreos con duración de 6 meses. En cada uno se instalaron al menos 3 sismógrafos de velocidad, triaxiales de periodo corto. En la campaña del 2001 se registraron 1053 eventos, de los cuales inicialmente sólo 6 se lograron localizar. Las pocas estaciones existentes y lo difuso de la sismicidad dificultaron definir algún patrón que sugiriera la existencia de alguna fuenteismogénica. La importancia geográfica y económica de la capital Queretana, además del crecimiento poblacional que ésta ha experimentado hacen necesario definir la situación sísmica actual del área de estudio. Por ello los datos registrados se revisan de nuevo con una técnica mono-estación, la cual proporciona localizaciones relativas que permiten tener una idea general sobre la distribución espacial de la sismicidad. Con esta técnica se ha logrado incrementar la cantidad de epicentros localizados y tener una mejor idea de su distribución relativa de la sismicidad. Aunque el patrón de sismicidad no se concentra en alguna estructura

específica, varios de los epicentros coinciden con la ubicación espacial de algunas fallas, ello confirma que la zona no está exenta de sismicidad, sin embargo, para identificar las estructuras con mayor probabilidad de movimiento se requieren periodos de observación más largos, con arreglos de estaciones más densos y grandes.

SIS-38 CARTEL

REPORTE PRELIMINAR DE LOS SISMOS DE AGOSTO 2009 (5.7 <= M <= 7.1), ISLA ÁNGEL DE LA GUARDA, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio, Méndez Figueroa Ignacio, Orozco León Luis Raúl, Gálvez Valdéz Jesús Oscar, Vidal Juárez Teresa, Díaz de Cossio Batani Guillermo Eduardo y Farfán Sánchez Francisco Javier
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
vidalv@cicese.mx

Los sismos moderados a fuertes (5.7, 7.1 6.0 y 5.9, magnitudes reportadas por la Red Sísmica del Noroeste de México) ocurridos del 3 al 5 de agosto de 2009 en el Golfo de California nos brindan la oportunidad de mejorar el conocimiento de la región (p. e. el modelo de corteza, la atenuación, entre otros). La localización preliminar de los sismos permite ubicarlos frente a la isla Ángel de la Guarda y al noroeste del poblado de Bahía de los Ángeles, Baja California. Al 14 de agosto de 2009 hemos identificado 105 réplicas en la estación de banda ancha SPX (ubicada a 300 km al NW del epicentro). Una revisión de la sismicidad histórica de la región, nos reveló que en julio de 1975 ocurrió un sismo de magnitud similar seguido de alrededor de 180 réplicas (M 6.5, Munguía, et al., 1977 J. G. R. v 4, p. 507-509). Las localizaciones epicentrales de los sismos de agosto de 2009 fueron proporcionadas por tres agencias National Earthquake Information Center, Servicio Sismológico Nacional y Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM). Las dos últimas agencias, mexicanas, hemos empezado a intercambiar datos (tiempos de arribo y series de tiempo), lo que ha permitido conjuntarlos y así mejorar la localización inicial reportada por RESNOM. Con respecto a los efectos producidos por los sismos, a pesar de la magnitud del sismo principal (6.9 o 7.1), no se reportaron daños y los efectos fueron mínimos en el poblado de Bahía de los Ángeles, ubicado aproximadamente a 60 km al SW del epicentro (V. Wong, comunicación personal). ¿Por qué no hubo daños? ¿Qué tan profundo fue el sismo? Con base en los sismogramas disponibles, partiendo de los resultados iniciales del mecanismo de fuente del NEIC y del SSN, haremos una estimación del modelo de corteza para la región comprendida entre Lat. 29.0 a 31.0 y Lon. -115.0 a -113.0. Para ello utilizaremos el modelado de las formas de onda de los 4 sismos mencionados. Una vez seleccionado el modelo de corteza, nuestro análisis se enfocará en determinar la profundidad y el momento sísmico de los eventos.

SIS-39 CARTEL

EVALUACIÓN DEL EFECTO SÍSMICO DE SITIO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESPECTRAL DE MICROTREMORES EN LA CD. DE LINARES, NUEVO LEÓN

Tello Medrano Natalia Carolina¹, Montalvo Arrieta Juan C.¹, Gómez González Juan Martín², Navarro De León Ignacio¹ y Ramos Zuñiga Luis G.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

ntello@hotmail.com

Se presentan algunos resultados del análisis espectral del registro de microtremores en 73 sitios en la zona centro de la ciudad de Linares, Nuevo León. Se analiza la respuesta sísmica de sitio a partir del cálculo de las amplificaciones relativas utilizando la técnica de cocientes espectrales H/V. Es fundamental realizar este tipo de estudio por el crecimiento poblacional que está sufriendo la ciudad. Al ser la segunda ciudad más importante de Nuevo León la zonificación sísmica servirá como un elemento de planeación en el crecimiento urbano. La ciudad de Linares se localiza dentro de la Planicie Costera del Golfo, al margen Este de la Sierra Madre Oriental. En el área, las rocas más antiguas son de edad Cretácica, en su mayoría son lutitas intercaladas con areniscas calcáreas, sobre estas se encuentran conglomerados parcialmente cementados del Terciario, subyaciendo a estos depósitos se encuentra aflorando material aluvial de edad Cuaternaria compuesto por gravas, arenas, limos y arcillas. El registro de ruido sísmico se llevó a cabo de marzo a mayo del 2009 prioritariamente en el centro de la ciudad, con un espaciado aproximado entre cada punto de 200 metros y con una duración de 30 minutos de registro. A partir del procesamiento de los datos, se encontró que las amplificaciones máximas se ubicaron en el rango de frecuencias entre 3-10 Hz, las cuales se asocian con la presencia de los mayores espesores (sedimentos aluviales) encontrados en el área de estudio. Mediante este trabajo se pretende determinar las zonas más susceptibles a amplificación del movimiento del suelo, así como conocer la distribución y espesor de los materiales presentes en el centro de la ciudad.

SIS-40 CARTEL

RESPUESTA SÍSMICA DE SITIO EN LA CIUDAD DE TEQUISQUIAPAN, QRO., OBTENIDA A PARTIR DE REGISTROS DE MICROTREMORES

Rodríguez Morales Arnulfo¹, Gómez González Juan Martín², Montalvo Arrieta Juan C.¹, López García Karen D.¹, León Loya Rodrigo A.¹ y Mercado Martínez Sandra I.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

arnulfo_934@hotmail.com

Se presentan resultados de la determinación de amplificaciones relativas y frecuencias dominantes en la zona centro de la ciudad de Tequisquiapan, Qro., obtenidas a partir del registro de microtremores con base en el cálculo de cocientes espectrales H/V. La ciudad de Tequisquiapan se encuentra asentada sobre tres tipos principales de materiales geológicos: riolitas y tobas riolíticas al oeste, noroeste y suroeste de la ciudad, el valle donde se localiza el centro y la zona turística esta compuesto por material aluvial, limos, arcillas y arenas del Holoceno y hacia el Este se encuentran aflorando areniscas y conglomerado polimítico del Plioceno. Este estudio forma parte de la evaluación geológico-geofísica de la zona urbana de Tequisquiapan, donde se han observado procesos de combustión de suelos ricos en materia orgánica, agrietamientos y hundimientos de algunos sectores del centro de la ciudad. En este estudio se evalúan las áreas afectadas por los hundimientos a partir de la respuesta espectral de los registros de microtremores y su correlación con información geotécnica. Las primeras observaciones demuestran que hay otras áreas en la ciudad con características similares de materia orgánica. Una vez que ocurre la combustión se da una deshidratación del medio lo que facilita los hundimientos. A partir de esta zonación se podrá delimitar dichas áreas, con la finalidad de definir el riesgo al que se encuentran expuestas, así como orientar a las autoridades en la modificación de los códigos de construcción.

SIS-41 CARTEL

NIVELES DE RUIDO DE LA RED DE ESTACIONES DE BANDA ANCHA DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

Solano Hernández Ericka Alinne¹, Pérez Campos Xyoli¹, Cárdenas Monroy Caridad², Franco Sánchez Sara Ivonne² y Reyes Quezada Aida²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM
alierika@gmail.com

El estudio de niveles de ruido en estaciones sismológicas es de suma importancia, ya que existen variaciones en los registros de acuerdo a la localización de las estaciones, la hora del día, mareas, ruido cultural, ruido instrumental, etc. Estas variaciones conllevan a un cambio en los registros obtenidos que debe considerarse al hacer uso de los registros en estudios detallados posteriores. Así, a partir de los datos de velocidad se obtienen registros diurnos y nocturnos para así generar dos curvas de ruido por día; además de producir una distribución de los niveles de ruido.

En este trabajo presentaremos un catálogo de las curvas de ruido de las estaciones sismológicas de la Red de Banda Ancha del Servicio Sismológico Nacional, para con ellas establecer el rango de niveles de ruido de la red. Los datos empleados para el cálculo de dichas curvas fueron registrados por las tres componentes de los sismómetros de banda ancha en cada una de las estaciones durante el año 2008. Además, el proceso se ha automatizado, convirtiéndose en una herramienta de evaluación de la calidad de los datos que se registran en continuo y del estado de la estación.

SIS-42 CARTEL

APLICACION DEL METODO SPAC EN DOS SITIOS DE LA CIUDAD DE MANZANILLO, COLIMA

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre González Jorge,
Mijares Arellano Horacio y Ramírez Gaytan Alejandro
Instituto de Ingeniería, UNAM
rivasro22@hotmail.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 microtremores en un arreglo de estaciones (para aplicar este método se requiere un mínimo de tres estaciones). Para el presente trabajo aplicaremos el método SPAC a los datos de microtremores para obtener la curva de dispersión de ondas Rayleigh para estimar un modelo de velocidades, para cada arreglo y poder así, con la información de todos los arreglos, integrarlos para obtener un modelo tridimensional del subsuelo.

En el presente trabajo se aplica el método SPAC, basado en 5 arreglos instrumentales en forma de triángulos equiláteros, (el menor de 20 m y el mayor de 100m) con grabaciones continuas de 30 minutos. En los arreglos se utilizaron sensores verticales de velocidad de 5 segundos kinematics (SV-1) y registradores kinematics k2, Estos se arreglos se instalaron dentro de la termo eléctrica de CFE

de la ciudad de Manzanillo Colima. Los registros se obtuvieron de forma simultánea del cual se estimó la estructura de velocidades por medio de microtremores (ó ruido ambiental) de los que se obtuvieron las velocidades de ondas S entre de 305 ha 750 m/s de la capa superficial ha la capa del basamento con una profundidad de exploración de 210m.

SIS-43 CARTEL

COMPARACIÓN DE COCIENTES ESPECTRALES OBTENIDOS CON SISMÓGRAFOS DE VELOCIDAD Y ACELERACIÓN, A PARTIR DE MEDICIONES DE VIBRACIÓN SÍSMICA AMBIENTAL, EN TEQUISQUIAPAN, QUERÉTARO

López García Karen D.¹, Gómez González Juan Martín², Montalvo Arrieta Juan C.¹, Mercado Martínez Sandra I.¹, Rodríguez Morales Arnulfo¹ y León Loya Rodrigo A.¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

karen.lopez.garcia@gmail.com

Se presentan resultados de la comparación de cocientes espectrales H/V del registro de microtremores para tres tipos de instrumentos en la ciudad de Tequisquiapan, Querétaro. Es bien conocido que la estimación de la respuesta de sitio a partir del registro de microtremores, es suficientemente confiable cuando existe un alto contraste de impedancias entre el material no consolidado (p.e. aluvión) y la roca firme que corresponde al basamento geotécnico. Además de que, el espesor de los sedimentos suaves aunado a la velocidad de propagación de ondas de corte controlan la frecuencia fundamental de resonancia del sitio de interés. En este sentido, para cualquier estudio de microzonación por frecuencias fundamentales, es importante utilizar los sensores adecuados que permitan determinar estas oscilaciones fundamentales del movimiento del suelo, con suficiente rango de respuesta. En este trabajo, se presentan las comparaciones de cocientes espectrales H/V para tres tipos de sensores: acelerógrafo Altus-Etna de Kinematics y dos sismógrafos, un SARA SL06/S3 de periodo corto (4.5 Hz) y un Guralp CMG-3T de banda ancha, estos últimos conectados a digitalizadores SARA. La ciudad de Tequisquiapan, es una buen campo de pruebas, debido a que se encuentra asentada sobre tres tipos principales de materiales geológicos: riolitas y tobas riolíticas al oeste, noroeste y suroeste de la ciudad, el valle donde se localiza el centro y la zona turística esta compuesto por material aluvial, limos, arcillas y arenas del Holoceno y hacia el Este se encuentran aflorando areniscas y conglomerado polimítico del Plioceno. Los cuáles permitirán evaluar la respuesta de estos sensores antes diferentes respuestas de contrastes de impedancias de estos materiales. Este estudio forma parte de la evaluación geológico-geofísica de la zona urbana de Tequisquiapan, donde se han observado procesos de combustión de suelos ricos en materia orgánica, agrietamientos y hundimientos de algunos sectores del centro de la ciudad.

SIS-44 CARTEL

500 YEARS OF EARTHQUAKES AND 62 YEARS OF SEISMIC INSTRUMENTATION IN DOMINICAN REPUBLIC: PREPARATION THE SYSTEM OF EARLY ALERT IN THE ISU-UASD

Payero De Jesús Juan Silvestre¹, Pujols Guridy Rafael² y Leonel Collado Jottin³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto Sismológico Universitario, Facultad de Ciencias, UASD, República Dominicana

³Escuela de Física, Facultad de Ciencias, UASD, República Dominicana
payero@ollini.igeofcu.unam.mx

The historical seismicity of the island Hispaniola begins in 1502, when one mentions a quake. More than 50 destructive earthquakes have concerned the Island, with destruction of housings, buildings, churches, roads and mountains. On happened August 4, 1946, of magnitude 8.1, it is most studied by the hurts(damages) caused in the whole Dominican Republic. Recently, in 2003, another earthquake M6.5 caused big economic hurts(damages).

The Dominican seismology instrumentation begins as a result of the earthquake of the August 4 of 1946 (M8.1). The seismologist, Rvdo Joseph Lynch, placed seismometer of temporary way to study the aftershocks. Central station SDD settled, with three-dimensional instrumentation (SP) and (LP) modern, February 26 of 1948. Tens of earthquakes (telescisms) and thousands of local earthquakes were registered until end of 70's. In 1979 it was come to the installation of the network of the Valley of Cibao, allowed to the first zonificación and elaboration of Norms of Constructions. The collaboration of the UE allowed the installation of the seismic network of the northeast, in 1998 (Sysmin I). The digital catalogue was obtained, better seismic zonificación (10 zones). In the 2002 the national network of the ISU was extended, a station BB in seat and six (SP) in the interior settled. At the moment the Seismic Network of the ISU have 5 stations BB, three of them installed by means of the collaboration of the USGS and the RSPP and another one with the collaboration of the University of Texas in Austin (J. Pullian), more 6 analogous stations. Another three stations are received from Puerto Rico and others 3 from Cuba, Jamaica and Turks and Caicos, using "Earthworm" system for the processing and interchange data and information by Internet, including the service in real time. From the 2005 ISU is participating in the preparations of the "Early Alert network against Tsunamis

in the Caribbean, Gulf of Mexico and Middle Atlantic", with the cooperation of the United States of America (McNamara, 2005) and the countries of Central America and the Caribbean. Project GEOPRICO-DO (Carbó et al., 2005) with the UCM and ROA of Spain, have complemented these preparations. The ISU takes part actively in the National Commission of Emergencies in the matter of seismic protection and counts daily on updated Dominican seismic catalogue 1500-2008.

SIS-45 CARTEL

NONVOLCANIC TREMORS IN THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE

Payero De Jesús Juan Silvestre¹, Kostoglodov Vladimir², Shapiro Nikolai³, Husker Allen², Legrand Denis², Iglesias Mendoza Arturo², Pérez Campos Xyoli², Clayton Robert⁴ y Santiago José Antonio⁵

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Institut de Physique du Globe de Paris

⁴California Institute of Technology, USA

⁵Servicio Mareográfico, Instituto de Geofísica, UNAM

payero@ollin.igeofcu.unam.mx

Nonvolcanic low frequency tremors (NVT) have been discovered and studied recently in Japan and Cascadia subduction zones and deep beneath the San Andreas Fault. The tremors activity is increasing during so-called silent earthquakes (SQ) in Japan and Cascadia. NVT clusters also migrate following the propagation of the SQ. The origin of the NVT is still unclear. The studies of NVT and SQ in different subduction zones are required to understand the cause for these phenomena. We discovered a number of NVT from daily spectrograms of continuous broad band records at seismic stations of Servicio Sismológico Nacional (SSN) an MASE project. The analyzed data cover a period of 2001-2004 (SSN) when in 2002 a large SQ has occurred in the Guerrero-Oaxaca region, and a steady-state interseismic epoch of 2005 and a new large SQ in 2006 (MASE). NVT occurred in the central part of the Mexican subduction zone (Guerrero) at approximately 200 km from the coast. We can not accurately localize the tremors because of sparse station coverage in 2001-2004. The MASE data of 2005-2006 show that NVT records in Mexico are very similar to those obtained in Cascadia subduction zone. The tremors duration is of 10-60 min, and they appear to travel at S-wave velocities. More than 100 strong NVT were recorded by most of the MASE stations with the epicenters clustered in the narrow band of ~40x150 km to the south of Iguala city and parallel to the coast line. NVT depths are poorly constrained but seem to be less than 40 km deep. We noticed a some increase of NVT activity during the 2001-2002 and 2006 SQs compared with an NVT activity for the "SQ quiet" period of 2003-2004 nevertheless. A lack or low activity of NVT for the period of 2-3 months after the SQ is apparent in 2002 and 2006. Now with the implementation of mini-arrays, in the zone of Iguala, it is possible to extend NVT's catalogue in Mexico. Also, to calculate the energy and other parameters.

SIS-46 CARTEL

EL USO DE COCIENTES ESPECTRALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ONDAS CONVERTIDAS

Narcía López Carlos
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
narcia_lopez@yahoo.com

Las ondas de cuerpo, al incidir en una discontinuidad física entre dos medios con características diferentes se dispersan y generan ondas reflejadas y refractadas (Aki and Richards, 2002). De esta manera, ondas compresivas generan ondas cortantes u ondas cortantes generan movimientos compresivos. Estos movimientos son conocidos como ondas convertidas.

La identificación de ondas convertidas ha permitido el desarrollo de estudios en los que se modelan algunos parámetros físicos de la corteza y manto superior, lo que permite el entendimiento sismotectónico regional.

Sin embargo, la identificación de estos movimientos en un sismograma depende de la experiencia del investigador y no se han desarrollado técnicas que permitan la identificación de estas fases.

En este trabajo se presenta una metodología que puede ser auxiliar en la identificación de ondas cortantes convertidas a compresivas (Sp) y ondas compresivas convertidas a cortantes (Ps) en la base de la corteza. Se hace uso de la FFT, cocientes espectrales y las fases P y S.

SIS-47 CARTEL

RESPUESTA SÍSMICA DE UN VALLE SEMICIRCULAR SOMETIDO A LA INCIDENCIA DE ONDAS SH GENERADAS POR UNA FUENTE LINEAL

Pech Pérez Andrés, Jiménez González Carlos y Cortés Ortiz Eduardo
Instituto Politécnico Nacional
andrespech@yahoo.com

En este trabajo presentamos una solución analítica al problema de la respuesta sísmica de un valle semicircular sometido a la incidencia de ondas SH generadas por una fuente lineal. La formulación del problema es bidimensional y la solución es construida mediante la suma de los campos de ondas incidente, reflejado y difractado. La solución analítica fue obtenida usando expansiones de los campos antes mencionados en términos de funciones de Bessel y Hankel.

SIS-48 CARTEL

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR

Reyes Luis Manuel¹, Ortega Ruiz Roberto² y Mayer Geraldo Sergio²
¹Instituto Tecnológico de La Paz
²CICESE, La Paz
drluismanuelreyes@gmail.com

La ciudad de La Paz, Baja California Sur, es la más grande del estado y, junto con Los Cabos y San José del Cabo, experimentan uno de los mayores crecimientos, tanto demográficos como económicos del país. A la fecha, pocos estudios se han realizado sobre la sismicidad en la zona, los cuales han mostrado que se tiene actividad sísmica presente. Recientemente ha ocurrido actividad sísmica importante que ha generado alarma entre la población.

Se utilizó la técnica de Nakamura, tomando mediciones de microtremores en la ciudad de La Paz y zona conurbana incluyendo la zona del puerto marítimo de altura de Pichilingue y en la vecindad de la central termoeléctrica de la CFE. Se utilizaron sensores de aceleración (EpiSensor) en 3 componentes.

En la presentación se mostrarán los resultados preliminares del trabajo que se realizó en el marco de un convenio entre El Instituto Tecnológico de La Paz y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada – Unidad La Paz. Siendo este último quien cuenta con el equipo requerido para la investigación.

SIS-49 CARTEL

EVALUACIÓN DE UNA METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE INVERSIÓN DE FALLA FINITA: APLICACIÓN A SISMOS MAYORES EN LA COSTA SUR DE MÉXICO

Mendoza Carlos y Castro Torres Silvia
Centro de Geociencias, UNAM
cmendoza@geociencias.unam.mx

Las metodologías de inversión de falla finita se aplican casi rutinariamente para sismos mayores a nivel global y proporcionan información importante tanto de las dimensiones de la ruptura como de la variación del deslizamiento sobre el plano de falla. Una de estas técnicas de inversión corresponde al método inicialmente propuesto por Hartzell y Heaton (1983, Bull. Seism. Soc. Am. 73, 1553-1583) que se ha aplicado previamente a datos telesísmicos para varios sismos de subducción ocurridos en la costa sur de México (p.ej., Mendoza, 1993, J. Geophys. Res. 98, 8197-8210). El método consiste en la definición de una falla sísmica subdividida en un número fijo de celdas distribuidas a lo largo y ancho de la misma. Se generan sismogramas sintéticos para cada una de las celdas tomando en cuenta una propagación radial y constante de ruptura desde el hipocentro sobre el plano de falla. Los sismogramas sintéticos generados para todas las estaciones que registran el evento se utilizan para construir una matriz A que junto con el vector b de observaciones forman un sistema lineal $Ax=b$ sobredeterminado que se invierte para obtener el vector x que contiene el deslizamiento requerido de cada celda para reproducir los registros observados. Generalmente se requieren restricciones numéricas que se aplican iterativamente para estabilizar el proceso de inversión e identificar la solución mas simple, como son reducir la diferencia entre celdas adyacentes y el momento sísmico total. Este proceso iterativo incrementa el tiempo de análisis, dificultando la inversión rápida para un evento en particular. En este estudio se utiliza una modificación propuesta por Mendoza (1986, Seism. Res. Lett. 67, 19-26) donde se restringe la inversión utilizando solamente el valor del momento sísmico. Este procedimiento evita tener que hacer inversiones de "prueba y error" para suavizar y reducir el deslizamiento sobre la falla. La aplicación de esta técnica simplificada a datos telesísmicos registrados para el sismo de Colima-Jalisco de 1995 indica que la modificación da resultados muy similares a los que se obtienen usando la metodología convencional. En base a estos resultados, se explora el rendimiento del método haciendo pruebas de sensibilidad usando una fuente predefinida para determinar el nivel de confianza que se pueda tener en la solución. Las pruebas se hacen utilizando un evento hipotético en el segmento de Guerrero para tratar de determinar la confiabilidad de los resultados en caso de ocurrir un sismo mayor en esa región.

SIS-50 CARTEL

**RELATIVE SOURCE TIME FUNCTION STUDIES OF EARTHQUAKES
IN SOUTHEASTERN ALASKA-NORTHEASTERN CANADA**

Escudero Christian R. y Doser Diane I.

Department of Geological Sciences, University of Texas at El Paso, USA
escudero@miners.utep.edu

We are using the Relative Source Time Function (RSTF) method to determine the source properties of sixteen earthquakes within southeastern Alaska-northeastern Canada, a region extending from south of the Queen Charlotte Islands to Icy Bay, and north to the Totschunda fault. In our approach we deconvolve the spectral quotient of the P-arrival of a small event from that of a larger event. The arrivals are selected using a tapered cosine window, then we use a water level technique to stabilize the quotient in the frequency domain, and we apply a bandpass or highcut filter before inverse transforming our result. We compare the source processes of earthquakes along the Queen Charlotte-Fairweather fault system to those occurring off these major plate bounding faults to determine the differences in the relation of moment and stress drop, as well as source duration between these regions. Secondly, we determine the relation between the observed differences in source processes of events along the Queen Charlotte-Fairweather fault system and the location of the events relative to known fault asperities and segment boundaries. Finally, we perform a directivity analysis of the obtained relative source time functions.

Sesión Regular

VULCANOLOGÍA

Organizadores:
José Luis Arce
Lucia Capra
Gerardo Carrasco

VUL-1

SISMICIDAD ASOCIADA A CUATRO CICLOS DE CRECIMIENTO Y DESTRUCCIÓN DE DOMO EN EL VOLCÁN DE FUEGO

Núñez Cornú Francisco Javier, Suárez Plascencia Carlos, Sánchez Aguilar John, Rutz López Marta y Vargas Bracamontes Dulce
Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
 pacornu77@yahoo.com.mx

De 1990 a 2005 se observó un proceso eruptivo en el Volcán de Fuego donde ocurrieron cuatro ciclos de crecimiento y destrucción explosiva de domo. En este trabajo se describe este proceso eruptivo a partir de las señales sísmicas asociadas a los procesos de los últimos tres ciclos de 1997 a 2005. Los cuatro episodios de crecimiento de domo ocurrieron de principios de 1991 a finales de 1992, de Noviembre de 1998 a Enero de 1999, de Noviembre de 2001 hasta Febrero 2003, y de Septiembre de 2004 al 2005. La velocidad de extrusión durante estos episodios ha cambiado ha cambiado con el tiempo, de una velocidad baja de extrusión acompañada por un alto nivel de sismicidad a un proceso asísmico con una velocidad alta de extrusión. El primero de estos episodios extrusivos terminó con un evento explosivo que destruyó el domo en Julio de 1994. El segundo episodio extrusivo de 1998 – 1999, fue seguido de 4 explosiones en el domo en los siguientes 6 meses y una quinta explosión 17 meses después, mientras que el tercer episodio de 2002 – 2003 fue seguido por 3 explosiones que destruyeron el domo en un período de dos meses. El cuarto ciclo empezó en 2004 y durante 2005 ocurrieron la serie más larga e importante de explosiones desde 1913 en el volcán. Cada una de todas las explosiones registradas tiene diferencias en sus formas de onda con respecto a las otras. Se hizo un análisis para medir el tamaño de las explosiones. Se propone un método para clasificar las explosiones basado en las ondas acústicas acopladas generadas y un modelo para la generación de explosiones vulcanianas.

VUL-2

PROPIEDADES DE LOS ENJAMBRES DE MICRO-TEMBORES ASOCIADOS CON LAS EXPLOSIONES VULCANIANAS DEL VOLCÁN DE COLIMA OCURRIDAS DURANTE EL AÑO 2005

Zobin Peremanova Vyacheslav, González Amezcua Miguel, Reyes Davila Gabriel y Breton González Mauricio
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
 vzbobin@uclm.mx

Los enjambres de micro-temblores ocurrieron unos días antes todas las explosiones fuertes (con energía mayor que 10^4 J) del Volcán de Colima en 2005. El estudio de 966 micro-temblores del Volcán de Colima de estos enjambres está basado en los registros sísmicos de período corto de la estación EZV4 situada a distancia de 1.7 Km. del cráter. Fueron seleccionadas tres secuencias de micro-temblores: asociados con la explosión aislada del 16 de septiembre de 2005 y con dos secuencias de las explosiones fuertes ocurridas entre 10 y 13 de marzo de 2005 y entre 30 de mayo y 7 de junio de 2005. De acuerdo con su forma de onda de los sismos, todos los micro-temblores fueron divididos a dos tipos: los registros de micro-explosiones (84-89% de los registros) y derrumbes. Las frecuencias dominantes de los registros de micro-temblores tipo explosivo fueron iguales a 2.8 Hz para las secuencias de marzo y septiembre de 2005 y 1.3, 2.0 y 2.8 Hz para la secuencia de mayo-junio de 2005. La energía de las micro-explosiones varía entre 10^4 y 10^8 J. La ocurrencia de los enjambres de micro-temblores y su incremento rápido en número unos días antes de las explosiones fuertes servir como un instrumento importante en la predicción de las explosiones volcánicas fuertes.

VUL-3

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LOS DEPÓSITOS DE CAIDA DE LA ERUPCIÓN DE 1793 DEL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA, VERACRUZ

Espíndola Castro Juan Manuel, Godínez Calderón María de Lourdes y Zamora Camacho Araceli
Universidad Nacional Autónoma de México
 jmec@unam.mx

La erupción de 1793 del volcán San Martín Tuxtla, Veracruz consistió de al menos cuatro fases explosivas que ocurrieron de mayo a noviembre de 1793. Estas explosiones depositaron al menos 250 millones de metros cúbicos de tefra. En este trabajo se presentan los resultados de aplicar el modelo de advección-difusión de Susuki(1992) para modelar estas erupciones. Se consideran varias alturas de columna, descargas y otras variables, así como la distribución de vientos en la cercana ciudad de Veracruz como datos de entrada. Se analizan los diferentes resultados y se considera el que mejor se ajusta a los datos para determinar las probables, alturas de columnas y descarga. Con base en el mismo modelo se presenta un mapa de probabilidad de caídas en el área circundante al volcán.

VUL-4

MEZCLA DE VIDRIOS EN LA IGNI MBRITA ESCOLÁSTICAS, QUERÉTARO: DOS MODELOS DE EMPLAZAMIENTO EN UNA SÓLA IGNI MBRITA

Aguirre Díaz Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
 ger@geociencias.unam.mx

La localidad tipo de la ignimbrita Escolásticas se ubica en Escolásticas, Municipio de Huimilpan, Querétaro. Sitio reconocido por la piedra cantera que ahí se extrae y por las piezas de piedra ornamental que labran los habitantes de ese lugar. La ignimbrita Escolásticas fue emitida hace aproximadamente 6 Ma durante el colapso de la caldera de Apaseo que se ubica a 30 km al WNW del poblado de Escolásticas. La ignimbrita es gris oscuro, masiva, parcialmente soldada, y está compuesta por pómez, cristales y ceniza, con escasos líticos de andesita. Su principal característica es la presencia desordenada de pómez blanca y negra y la tonalidad gris oscuro de la matriz, lo que le infiere un aspecto que es bien valorado en el mercado de la piedra ornamental. Sobreyace a un depósito de pómez blanca de caída, en contacto concordante y sin evidencia de interrupción entre estos depósitos (erosión, paleosuelo, depósitos). Los primeros 0.60 a 1.10 m de la base es una ignimbrita blanca-rosada pobremente soldada, compuesta principalmente de pómez blanca y matriz de ceniza también blanca. Esta zona basal cambia súbita pero de manera continua a una ignimbrita gris oscuro, con mezcla de pómez blanca y negra sin ninguna clasificación o arreglo a través del depósito hasta la cima, predominando la pómez negra y la matriz gris oscuro. Lo anterior forma la parte principal del depósito, llegando a tener 10 m en la localidad de Escolásticas. La cima está intemperizada y cubierta por un paleosuelo. La pómez blanca es riolítica y casi africa, con escasa plagioclasa; la pómez negra varía de composición entre andesita y traquidacita, con escasos cristales de ortopiroxeno, clinopiroxeno, plagioclasa y óxidos de Fe-Ti. El peculiar arreglo de los componentes en la ignimbrita, con una zona basal de prácticamente sólo pómez blanca (riolítica) a una zona principal con mezcla de vidrios y predominantemente oscura (de composición intermedia), sugiere una evacuación de una cámara magmática zonada, que posiblemente inició con una erupción pliniana alimentada de la zona riolítica, la cual dio lugar al depósito de pómez de caída subyacente, seguida por una erupción de flujo piroclástico que formó la zona basal blanca de la ignimbrita, la cual fue alimentada todavía de la zona riolítica de la cámara magmática. Esta evacuación inicial permitió la suficiente despresurización de la cámara para iniciar el colapso del techo de la cámara magmática y la formación de la caldera. Se infiere que el momento del colapso lo marca la interfase entre la zona blanca y la zona gris con mezcla de pómez de la ignimbrita, cuando se inició la fase eruptiva de clímax y los magmas riolíticos remanentes fueron mezclados con el resto de los magmas andesíticos a traquidacíticos en la cámara magmática, y que fueron extraídos en una gran erupción explosiva. Se propone que inicialmente la ignimbrita se emplazó siguiendo el modelo de agradación progresiva (depósito de zona blanca), pero al colapsar la caldera el modelo cambió a un emplazamiento en masa (depósito de zona gris con mezcla de vidrios).

VUL-5

EL GRABEN CALDERA DE JUCHIPILA, ZACATECAS: GEOLOGÍA Y ESTRUCTURA

Cárdenas Rivera Jorge y Aguirre Díaz Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
 ger@geociencias.unam.mx

El graben de Juchipila, con 85 km de largo por 20 a 32 km de ancho, afecta el sur del estado de Zacatecas, suroeste del estado de Aguascalientes y noreste del estado de Jalisco. Es el graben más largo de un sistema NNE que incluye los grabens de Tabasco y Villanueva hacia el norte. Todo el sistema suma 200 km de longitud. Juchipila es uno de varios grabens en la porción sur de la Sierra Madre Occidental, incluyendo Huajimic, Tuxpán de Bolaños, Bolaños, Jesús María, Tlaltenango, Calvillo y Aguascalientes, entre otros. Estas estructuras se relacionan con la tectónica extensional de la provincia de Cuencas y Sierras. El graben de Juchipila está bordeado por horsts que forman la Sierra de Morones al occidente y la Sierra Nochistlán y Sierra Fría al oriente. El graben está limitado por dos sistemas de fallas normales de rumbo general NNW a NNE, que en conjunto forman las paredes del graben. A lo largo de éstas es posible observar la secuencia volcano-sedimentaria de la zona, que incluye, 1) andesitas y capas rojas (areniscas y conglomerados) del Eoceno, 2) ignimbritas riolíticas de gran volumen y amplia distribución del Oligoceno, 3) domos riolíticos oligocenos, 4) andesitas básicas de grano fino del Mioceno que son propiamente parte del Cinturón Volcánico Mexicano, y 5) sedimentos lacustres y fluviales que en general rellenan el graben y que abarcan desde el Mioceno al Presente en base a relaciones estratigráficas y algunos fósiles reportados. En la pared oeste se observan diques piroclásticos y de lava riolítica que siguen el rumbo general del graben. Un dique en particular, cerca de Jalpa, tiene 50 m de espesor y está compuesto de 3 unidades piroclásticas consecutivas y en contacto cizallado y cocinado una con la otra, las cuales corresponden a tres ignimbritas observadas en la Sierra de Morones. Este dique, ya reportado por Aguirre y Labarthe (2003-Geology), se prolonga varios km hacia el sur y cerca de Apozol cambia a un dique piroclástico lítico con una brecha co-ignimbritica lítica de rezago adjunta. El dique de lava se ubica un poco más al sur de este último; tiene un espesor variable de 10 a 40 m y está compuesto principalmente por riolita con

bandeamiento de flujo vertical. La porción del graben entre Jalpa y Juchipila muestra colapso caótico de los bloques afallados dentro del graben, con algunos bloques basculados en sentido inverso al esperado en un graben típico, es decir, basculados hacia el eje del graben en vez de hacia la parte externa del graben. Lo anterior, aunado a las observaciones de diques piroclásticos y lava riolítica de gran tamaño, y brechas co-ignimbriticas de rezago junto a uno de los diques piroclásticos, confirman la hipótesis de que esta estructura es una caldera tipo graben, según lo reporta Aguirre-Díaz et al. (2008- Developments in Volcanology 10, Elsevier). Por otro lado, Webber et al. (1994-Geofis. Inter.) infieren dos calderas clásicas (semicirculares) dentro del graben de Juchipila, pero posiblemente observaron y malinterpretaron algunas evidencias del graben caldera aquí propuesto.

VUL-6

GEOCHEMISTRY OF A QUATERNARY TEPHRA-PALEOSOL SEQUENCE FROM PACHUCA, NE BASIN OF MEXICO

Roy Priyadarsi¹, Arce José Luis¹, García Elena Centeno¹, Jonathan M.P.² y Lozano Rufino¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN
roy@geologia.unam.mx

A Quaternary tephra-paleosol sequence from the Pachuca sub-basin located in the north-eastern Basin of Mexico (Central Mexico) is investigated for stratigraphy and multi-element geochemistry to understand the tephrochronology and paleo-environmental conditions. The whole rock geochemistry of the tephra layers are compared to products from the surrounding volcanic structures (Apan-Tezontepec, Acoculco, Huichiapan, Sierra de las Cruces and Tláloc). The geochemistry of basalt to basaltic-andesite tephra (Tr 1, Tr 6 and Tr 7) are comparable to rocks from Apan-Tezontepec Monogenetic Volcanic Field constrained between 1.50 - 0.47 Ma. The felsic tephra layers have chemical composition similar to the Acoculco volcanic sequence. The dacitic ash (Tr2) and rhyolitic ash and pumice fall deposits (Tr 3, Tr 4, Tr 5 and Tr 8) might be representatives of different Plinian eruption events at Acoculco and can be constrained between <1.50 Ma and >0.24 Ma. The ternary diagrams of A-CN-K, A-C-N and A-CN-K-FM suggest that the paleosols are not the products of altered tephra and possibly derived from the erosion of rocks present in the Pachuca volcanic range. Indices of chemical weathering of the paleosols suggest changing climatic conditions in the hinterland.

VUL-7

GRANULOMETRÍAS ÓPTICAS REMOTAS PARA EL ESTUDIO DE DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS EN AFLORAMIENTOS INACCESIBLES

Sarocchi Damiano, Bartali Roberto, Norini Gianluca, Saucedo Ricardo y Jasso Lara Lilibeth
Instituto de Geología, UASLP
damiano.sarocchi@uaslp.mx

Con el fin de estudiar depósitos piroclásticos en afloramientos inaccesibles se ha desarrollado una nueva técnica, GOREL (Granulometría Óptica Remota con Escala Laser), basada en telefotografías de alta resolución y técnicas estereológicas. El método consiste en tomar varias fotografías del afloramiento por medio de un telescopio ubicado a algunas decenas de metros de distancia. La escala de la imagen se obtiene por medio de tres potentes láseres que proyectan un triángulo equilátero de dimensión conocida en la pared del afloramiento. Por medio de esta técnica es posible medir clastos de un tamaño menor a 1 mm a distancias de 80-100 m. Aunque la telegranulometría no permita obtener el rango granulométrico completo, es posible obtener mediciones muy precisas de todos los clastos con la exclusión de aquellos que constituyen la matriz (<2 mm). Los errores de perspectiva pueden ser corregidos utilizando la referencia del triángulo equilátero proyectado. En telefotografías tomadas a gran distancia, con el objeto de mejorar la resolución de las imágenes, se ha utilizado una técnica desarrollada en fotografía planetaria de alta resolución. En lugar de utilizar una sola toma fotográfica se adquiere una secuencia de cientos de fotografías de la misma área, tomada en rápida sucesión, y por medio de un programa específico se centran y promedian éstas. Esta técnica, además de mejorar sensiblemente la resolución de la fotografía, permite eliminar las distorsiones instantáneas debidas a la turbulencia.

Estudios efectuados en depósitos piroclásticos cementados que afloran en paredes verticales inaccesibles del maar de la Joya Honda (San Luis Potosí), han permitido obtener análisis granulométricos puntuales a diferente altura del depósito y la construcción de perfiles granulométricos verticales extremadamente útiles para reconstruir detalladamente la compleja estratigrafía.

Este método, desarrollado para estudiar depósitos piroclásticos, puede resultar muy útil para estudiar cualquier depósito sedimentario en un rango granulométrico mayor a la arena gruesa.

VUL-8

UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DIGITALES PARA EL ESTUDIO DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS DENSO: AVANCES EN LA DETERMINACIÓN DEL SENTIDO DE EMPLAZAMIENTO DE LA IGNI MBRITA DE HERMOSILLO

Pacheco Hoyos Jaime Gabriel¹, Vidal Solano Jesús¹ y Stock Joann²

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²California Institute of Technology, USA

jaimegab.pachecohoy@correoa.uson.mx

La Ignimbrita de Hermosillo corresponde a un flujo piroclástico soldado de afinidad hiperalcalina, rico en cristales, con abundantes fragmentos líticos (lapilli) y presenta regularmente un vitrófiro negro en la base (Vidal-Solano et al., 2005 CRAS). Esta ha sido recientemente correlacionada con una unidad ignimbritica del Mioceno medio denominada La Toba De San Felipe ampliamente distribuida en la región de San Felipe, Baja California (Stock et al., 1999 JVGR). Los estudios paleomagnéticos, realizados en los depósitos ubicados, tanto en Sonora como en Baja California, a lo largo de más de 430km, muestran una dirección de remanencia paleomagnética casi horizontal, un poco inversa y hacia el suroeste, que los ataña a una misma erupción (Stock et al., 2008 UGM). En el pasado, las observaciones en las litofacies y las medidas directas en campo, tomadas en algunas lineaciones de piroclastos, permitían de manera cualitativa la interpretación del emplazamiento en la Ignimbrita de Hermosillo (Gómez-Valencia et al., 2008). La reciente utilización de imágenes de alta resolución en muestras de mano y los nuevos software han mostrado ser una nueva alternativa en el establecimiento de la fábrica de los flujos piroclásticos densos (Yamaji et al., 2007 Geosphere). Considerando, la gran dispersión de los vestigios de La Ignimbrita de Hermosillo en el NW de México, aparte de su estudio mediante ASM (Olguin-Villa et al., este reunión), se ha diseñado un método eficaz para el establecimiento de la dirección y del sentido del flujo en este depósito piroclástico. Básicamente, el proceso se basa en la utilización de núcleos sistemáticos de roca obtenidos in situ en el depósito y/o a partir de una de muestra de mano orientada. A continuación, se elaboran cortes paralelos a la base de los núcleos y se digitalizan por medio de un escáner de alta resolución. Las imágenes obtenidas son procesadas y analizadas en el software ImageJ, con el fin de obtener una base de datos que contiene la dimensión y la inclinación de los ejes mayor y menor de todas las partículas estudiadas (cristales, líticos, astillas de vidrio y fiammes). Posteriormente, son graficadas en estereogramas solo las partículas con un aspect ratio mayor a 2, donde se determina su alineación principal (dirección del flujo) y se establece la posición ideal para la obtención de otro núcleo o de nuevas caras que permitan determinar el sentido mediante la identificación de estructuras cinemáticas en la muestra. Este procedimiento permite obtener buenos resultados dado el análisis, de una manera más sistemática, de miles de datos generados por las partículas milimétricas presentes en la matriz de la roca, además, las imágenes en alta resolución permiten identificar estructuras cinemáticas difíciles de observar, permitiendo una mejor y mas amplia interpretación del comportamiento de las partículas. En conclusión el uso de imágenes digitales representa una útil herramienta que permite profundizar más en el análisis de estos procesos eruptivos.

VUL-9 CARTEL

MONITOREO DE EMISIONES DE SO2 DEL VOLCÁN DE COLIMA

Paredes Camarillo Paulina
Instituto Politécnico Nacional
paubask6@hotmail.com

El uso de imágenes de satélite es una herramienta que puede ser utilizada en el monitoreo de emisiones volcánicas (p. ej. para detección de cenizas volcánicas y SO2). Algunas de las ventajas de esta técnica es que permite realizar monitoreos tanto diurnos como nocturnos, además de ser un método de bajo costo operativo, con una alta resolución temporal y una resolución espacial de gran amplitud comparada con otros métodos de monitoreo como COSPEC o DOAS.

Este tipo de técnica permite la generación de bases de datos muy completas que pueden ser utilizadas para identificar patrones de comportamiento de la actividad volcánica, esto con la finalidad de pronosticar posibles erupciones que puedan afectar comunidades próximas al volcán o a la aeronavegación ya que la ceniza volcánica residente en la atmósfera puede dañar seriamente partes vitales de aeronaves que de forma accidental entren a una nube volcánica.

En este trabajo se analizaron las emisiones de SO2 del volcán de Colima para el periodo noviembre 2007 – abril 2008 por medio de imágenes MODIS obtenidas de los satélites Aqua y Terra. Las imágenes fueron preparadas en el programa ENVI junto con un modelo de elevación para su debido procesamiento con el algoritmo MAP_SO2 y así llevar a cabo la cuantificación de SO2.

Por medio de este método se identificó que antes de un periodo de erupción, la tendencia en los niveles de SO2 aumentó y después de la emisión, la tendencia disminuyó.

Los datos muestran patrones cíclicos de emisiones de SO2 durante los meses de mayo- abril los cuales concuerdan con la actividad reportada por otras fuentes (p. ej. VAAC Washington entre otros), además se observa que el programa utilizado es sensible a la altura de la nube volcánica, por lo que es necesario contar con datos adecuados durante el procesamiento.

VUL-10 CARTEL

DEFORMACIONES EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL (2007-2009)

Gómez Vázquez Angel¹, De la Cruz Reyna Servando²,
Hernández Alcántara Teofilo¹ y Martínez Bringas Alicia¹

¹Centro Nacional de Prevención de Desastres

²Instituto de Geofísica, UNAM

gvazquez@cenapred.unam.mx

En el volcán Popocatepetl se han realizado mediciones de deformación con métodos geodésicos convencionales desde 1992. De 2006 a la fecha, uno de los equipos que se utiliza para la realización de estas mediciones es la estación Total Leica TCRM 1205, instalada en el cerro Tlamacas a unos 3.5 Km al norte del cráter. El equipo funciona de manera automática, y mediante un programa interno se controla el servomecanismo del instrumento y lo dirige a los puntos de medición, además que es posible programar la hora de las observaciones. La red de prismas permanentes consta de 11 puntos. El análisis de los datos obtenidos en el período agosto de 2007 a junio de 2009 muestra varias etapas de deformación reversible. Particularmente en marzo de 2008, en el punto de Las Cruces se observó una deformación previa a la explosión del 8 de marzo, la cual ha sido una de las más grandes en los últimos dos años. Asimismo, se observó una tendencia a que las distancias medidas se incrementaran sistemáticamente, sugiriendo un proceso de deflación, generalmente asociado a degasificaciones. En contraste, desde finales de 2008 y principios de 2009, la mayoría de puntos de medición muestra una contracción de las distancias, lo cual indicaría una inflación en el volcán o bien una inclinación del edificio volcánico hacia el norte. En datos de nivelación obtenidos en el flanco sureste entre mayo de 2007 y febrero de 2008 se observó un descenso en la cota en algunos de los bancos de nivel, que puede ser atribuible con una deflación del terreno asociada probablemente a una intensa degasificación y desalojo parcial de los cuerpos de lava alojados en el cráter del volcán.

VUL-11 CARTEL

MONITOREO DE EMISIONES DE SO₂ DEL VOLCAN DE COLIMA EMPLEANDO IMAGENES DE SATÉLITE MODIS

Paredes Camarillo Paulina¹, Flores Salgado Claudia Azalia¹,
Jiménez Escalona José Carlos¹ y Delgado Granados Hugo²

¹Instituto Politécnico Nacional

²Universidad Nacional Autónoma de México

paubask6@hotmail

El uso de imágenes de satélite es una herramienta que puede ser utilizada en el monitoreo de emisiones volcánicas (p. ej. para detección de cenizas volcánicas y SO₂). Algunas de las ventajas de esta técnica es que permite realizar observaciones diurnas y nocturnas, además de ser un método de bajo costo operativo, con una alta resolución temporal y una resolución espacial de gran amplitud comparada con otros métodos de monitoreo como COSPEC o DOAS.

Este tipo de técnica permite la generación de bases de datos que pueden ser utilizadas para identificar patrones de comportamiento de la actividad volcánica, esto con la finalidad de pronosticar posibles erupciones que puedan afectar comunidades próximas al volcán o a la aeronavegación ya que la ceniza volcánica residente en la atmósfera puede dañar seriamente partes vitales de aeronaves que de forma accidental entren a una nube volcánica.

En este trabajo se analizaron las emisiones de SO₂ del volcán de Colima para el período noviembre 2007 – abril 2008 por medio de imágenes MODIS obtenidas de los satélites Aqua y Terra. Las imágenes fueron preparadas en el programa ENVI junto con un modelo de elevación para su debido procesamiento con el algoritmo MAP_SO2 y así llevar a cabo la cuantificación de SO₂.

Por medio de este método se observó que antes de un periodo de erupción, como el ocurrido durante el 2 y 7 de abril, la tendencia en los niveles de SO₂ aumentó y después de la emisión, la tendencia disminuyó.

Los datos muestran patrones cíclicos de emisiones de SO₂ durante el periodo de erupción mencionado con anterioridad, los cuales concuerdan con la actividad reportada por otras fuentes (p. ej. VAAC Washington entre otros), además se observa que el programa utilizado es sensible a la altura de la nube volcánica, por lo que es necesario contar con datos adecuados durante el procesamiento.

VUL-12 CARTEL

SEDIMENTOLOGÍA Y ORIGEN DE LA TEFRA EN LA PARTE ORIENTAL DE HOYA DE ÁLVAREZ, VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO

Moreno Adriana¹ y Aranda Gómez José Jorge²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Nacional Autónoma de México

adry_moreno@hotmail.com

La región de Valle de Santiago, ubicada entre las ciudades de Abasolo, Irapuato y Salamanca, Guanajuato, se localiza en el extremo septentrional del Campo

Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG). Los volcanes en el área de Valle de Santiago representan el límite norte del CVMG, el cual contiene más de 100 conos cineríticos, cientos volcanes escudo y solo unas docenas de maares, distribuidos en un área de aproximadamente 40,000 km².

La Hoya de Álvarez es un maar sensu stricto, ya que en sus paredes están expuestos derrames de lava posiblemente originados por los escudos de lava de los cerros El Tule y Chapín. El estudio detallado de las estructuras sedimentarias en los depósitos de tefra puede proporcionar información acerca de la naturaleza de las nubes piroclásticas y la influencia que ejerció la topografía en el substrato donde se acumuló la tefra. Algunas de las estructuras sedimentarias más características dentro de la columna estratigráfica de Hoya de Álvarez se formaron a consecuencia de la topografía en la superficie pre-maar y al ángulo relativamente alto de inclinación primaria de las capas acumuladas en la primera etapa de formación.

La columna estratigráfica de Hoya de Álvarez se dividió en tres facies que representan tres etapas dentro de la actividad hidrovolcánica: seca, húmeda (caótica) y muy húmeda. En la primera parte de la etapa seca se formó un depósito en donde volumétricamente domina lapilli de caída. Conforme transcurrió la primera etapa de la erupción, el agua en el sistema aumentó, llegando gradualmente a la segunda etapa que se interpreta como "húmeda". Un rasgo significativo en esta etapa es la presencia de capas caóticas en donde se cree que se mezclaron, por deformación por carga, impacto de balísticos y, principalmente, por deslizamientos gravitacionales. En la tercera etapa el rasgo más característico de esta es la formación de intervalos en que dominan volumétricamente las oleadas piroclásticas.

En el fondo del cráter de la Hoya de Álvarez existen depósitos de escoria oxidada, estos depósitos son los vestigios de uno o más conos cineríticos formados en una etapa posterior a la formación del maar.

VUL-13 CARTEL

CALDERA COLLAPSE IN TRANSPRESSIVE SETTINGS: THE CERRO AGUAS CALIENTES CALDERA, NW ARGENTINA

Petrinovic Iván Alejandro¹, Martí Joan², Aguirre Díaz Gerardo³, Guzmán Silvina¹, Geyer Adelina², Salado Paz Natalia² y Grosse Pablo^{1,4}

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Salta, Argentina

²Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Jaume Almera, España

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Fundación Miguel Lillo, Argentina

ipetrinovic@yahoo.com

Calderas of the Central Andes share the common feature of having a polygenetic nature, at least in the cases where there are available ages (i.e. Cerro Galán, Pastos Grandes, La Pacana, Vilama Coruto, Negra Muerta, Farallón Negro, Cerro Guacha, etc). A new polygenetic collapse caldera with cycles at 17.15 Ma and 10.30 Ma is interpreted at Cerro Aguas Calientes. Tectonic triggers are invoked as the causes of volcanic collapse in both cycles.

Our kinematics dataset and field observations indicate that a left-lateral transpressive system was responsible for magma chamber instabilities. A reservoir of batholithic dimensions, dacitic in composition with more than 60% of crystals, became unstable due to increments of a regional transpression. Conduit opening and magma evacuation were favoured by local dilation through minor fault planes located close to ring faults.

Both cycles are quite similar in shape, products and location. The 17.15 Ma caldera has 17 x 14 km axes, with a NNE (30°N) elongation; both intracaldera and extracaldera ignimbrites covered ~620 km² with an estimated volume of ~154 km³. The 10.30 Ma caldera has major axis of 19 x 14 km, also with a NNE (30°N) elongation; the area covered by both intracaldera and outflow facies is of ~1700 km², with a volume of ~300 km³. Hence, both cycles produced ~454 km³ of ignimbrites, possibly increasing to ~700 km³ if covered and eroded ignimbrites are considered.

This particular case of left-lateral transpression favouring a caldera collapse is probably not unique in the Central Andes. Outcrops of Neogene ignimbrites between 18° and 28° S extend over an equivalent area of 43,800 km², but only 14,800 km² (33%) of the total ignimbritic surface is undoubtedly related to recognized collapse calderas, whereas the other 29,000 km² (66%) remain unstudied and without evident relation to any known calderas. Considering that the caldera-related ignimbrites are associated to 20 major calderas, ~40 collapse calderas remain undiscovered.

We propose to explore this relationship between transpression and collapse calderas at other known and unknown Cenozoic calderas in the Puna and Altiplano as a common volcano tectonic scenario.

VUL-14 CARTEL

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF STRATOVOLCANOES OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT USING DIGITAL ELEVATION MODELSGrosse Pablo^{1,2}, Aguirre Díaz Gerardo³ y Petrinovic Iván Alejandro¹¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Salta, Argentina²Fundación Miguel Lillo, Argentina³Centro de Geociencias, UNAM

pablogrosse@yahoo.com

The Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) is a subduction-related continental arc that crosses central Mexico at about 19-20° N latitude and contains several active and potentially active stratovolcanoes. Our aim is to carry out a thorough morphometric analysis of the TMVB volcanoes using digital elevation models (DEM) in combination with other data sources. Here we present a preliminary characterization of 10 volcanoes using SRTM DEMs and following the method and classification of Grosse et al. (2009, Geology). Morphometric parameters of the volcanic edifices (not of the total erupted products) are obtained from the DEMs, via an IDL-language code (MORVOLC), which quantify edifice size (e.g., height, base and summit width, volume) and shape (e.g., slopes, plan ellipticity and irregularity, symmetry).

Colima, Popocatepetl and Citlaltépetl classify as cones. They have radial symmetries, steep flank slopes, small summit areas and circular and regular plan shapes, all of which reflect their recent activity concentrated at one main central vent. Colima is a small and relatively simple young cone, whereas Popocatepetl and Citlaltépetl are large cones constructed on top of remnants of older edifices and thus have more complex lower flanks.

Nevado de Colima and Nevado de Toluca are very large massifs. They have very irregular plan shapes due to strong erosion, sector collapses and many secondary flank vents. Vents are mostly unaligned, and thus the edifices are not elongated but rather circular.

The remaining five studied volcanoes are classified as 'sub-cones', a transitional group between cones and massifs. The five edifices have quite different morphometric parameters that reflect the prevalence of different constructive or destructive processes. La Malinche is cut by deep gullies; it has a small summit area and a circular but very irregular plan shape; it was a cone that has been degraded by erosion to a sub-cone. Sangangüey also has an irregular shape due to several deep gullies but is elongated in a N-S direction; its shape reflects strong erosion and vent migration, possibly following a regional structure. Iztaccíhuatl has a conical E-W profile but a ridge-like NNW-SSE profile; it is the most elongated of the studied volcanoes, reflecting structurally controlled vent migration. Ceboruco has a smooth, circular and regular plan shape that is consistent with recent activity; it is characterized by a large and flat summit area that is the result of two overlapping summit calderas. Jocotitlán is elongated at its lower flanks due to a prominent bulge towards the NW, but is quite circular at its upper flanks; it has a relatively regular plan shape in spite of having suffered a major collapse towards the NE, because most of the scarp has been filled up by later products; the main irregularity that remains is the northern scarp limit.

A complete morphometric study of the TMVB volcanoes will enable comparisons with volcanoes from other arcs and quantitatively-based classifications. Furthermore, as briefly shown above, the morphometry of a volcano can be related to many geological processes, and can thus provide valuable insight concerning several aspects of its evolution.

VUL-15 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LOS VOLCANES MONOGENÉTICOS PELAGATOS, CERRO DEL AGUA Y DOS CERROS EN LA SIERRA CHICHINAUTZIN AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Agustín Flores Javier, Siebe Claus y Guilbaud Marie-Nbelle

Instituto de Geofísica, UNAM

kiaoranet@yahoo.co.nz

En este estudio se presenta un bosquejo general de la geología y geoquímica de los volcanes monogenéticos Pelagatos, Cerro del Agua y Dos Cerros que se localizan en el sector NE del Campo Volcánico de la Sierra Chichinautzin. El Pelagatos (3020 m snm) es un cono de escoria que tiene un volumen de 0.0017 km³ y que produjo flujos de lava que cubre un área total de 4.9 km². El Cerro del Agua (3480 m snm) es un cono con un volumen de 0.028 km³ que produjo varios flujos de lava asociados que cubren un área de 17.62 km². El Dos Cerros incluye dos conos de escoria, El Tezpomayo (3080 m snm) con un volumen de 0.022 km³ y La Ninfa (3000 m snm) con un volumen de 0.032 km³. Ambos coronan un escudo de lavas que cubre un área de 80.3 km².

Se realizó un solo fechamiento por radiocarbono en el Pelagatos (2,520 ±105 años A.P.) obtenido de fragmentos de carbón que se encontraron en material retrabajado. Además, se establecieron edades relativas teniendo como indicador estratigráfico a la pómez "Tutti Frutti" del volcán Popocatepetl fechada en 14,000 años A.P. Se dedujo que los volcanes Pelagatos y Cerro del Agua hicieron erupción aproximadamente entre 2,500 y 14,000 años A.P. El Dos Cerros está cubierto

directamente por la caída de pómez "Tutti Frutti" indicando que es sólo un poco más antiguo que dicho evento.

Las rocas del Pelagatos, Cerro del Agua y Dos Cerros son andesitas basálticas y andesitas Ol-Hy-normativas con textura porfírica, afanítica y glomeroporfírica. Tienen fases minerales que incluyen fenocristales (con inclusiones de espinelas) de olivino, clinopiroxeno y ortopiroxeno en una matriz traquítica compuesta de vidrio, microlitos de plagioclasa y además microcristales de olivino y clinopiroxeno. El volcán Pelagatos es de interés especial debido al carácter primitivo de sus magmas como lo indica su elevado número de magnesio y los altos contenidos de Cr y Ni.

La geoquímica de elementos mayores y traza y la petrografía indican que los magmas que originaron los tres volcanes sufrieron cierto grado de cristalización fraccionada en su ascenso. Los tres volcanes no muestran evidencia de relacionarse cogenéticamente. Por otro lado, las diferencias entre las rocas de los tres volcanes en los elementos REE, HFSE, LILE y la composición isotópica, principalmente de Sr y Nd, es el reflejo de las heterogeneidades del manto astenosférico (enriquecido en elementos HFSE) y la variada composición de las fases acuosas y/o fundidos provenientes de la placa subducida. Las rocas de los tres volcanes presentan características geoquímicas e isotópicas distintivas que hacen suponer que los productos de los tres volcanes están relacionados con el ascenso independiente de lotes de magmas con poco tiempo de residencia en la corteza que provienen de un manto heterogéneo. Finalmente, no existen evidencias claras que indiquen que hayan existido contribuciones importantes de la corteza en las rocas de los tres volcanes. Sin embargo, los isótopos radiogénicos de Pb podrían indicar una contribución de la corteza en las rocas del Dos Cerros.

VUL-16 CARTEL

LA ERUPCIÓN PLINIANA "PÓMEZ OCRE" DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL CA. ~4,965 AÑOS AP

Arana Salinas Lilia y Siebe Claus

Instituto de Geofísica, UNAM

lilia.ar@gmail.com

El Popocatepetl (5,452 msnm) es uno de los volcanes activos mexicanos más importantes. Durante los últimos 20,000 años de su historia eruptiva el volcán ha tenido siete erupciones plinianas, que han producido extensos depósitos de caída, algunos de los cuales han cubierto áreas cercanas a las ciudades de México, Puebla y Tlaxcala (> 50 km desde el cráter). Una de estas erupciones produjo la secuencia Pliniana Pómez Ocre (SPO) hace ca. ~4,950 años AP. Los trabajos de campo permiten identificar cuatro fases eruptivas: pre-Pliniana, Pliniana 1, Pliniana 2 y post-Pliniana. Los componentes juveniles principalmente son pómez (>83 % en vol.), mientras que los componentes accidentales o cognados consisten de fragmentos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que provienen de las paredes del conducto o de la cámara magmática. En la secuencia estratigráfica la vesicularidad de las pómez decrece de la base a la cima y es inversamente proporcional al contenido de cristales y matriz (vidrio). Esto sugiere que en el magma se incrementó la desgasificación antes de la erupción.

Por otro lado, los análisis de clastos de la SPO tomados de las diferentes capas estratigráficas muestran que la composición química tiene una variación mínima con rango de 61 a 63.5 % en peso de SiO₂. Los fenocristales incluidos dentro de las pómez son plagioclasa (Pl) + clinopiroxeno (Cpx) + ortopiroxeno (Opx) + olivino (Ol) ± óxidos (Ox) ± apatito (Ap). Asimismo, los líticos accidentales tienen tamaños de centímetros y es posible observar fragmentos de rocas como calizas, granodioritas, escorias rojas y negras y escasos fragmentos de skarn provenientes del basamento. El tamaño máximo de lítico hallado fue de 2.5 cm a una distancia del cráter de 18.86 km, calculando una altura de columna > 40 km. El mapa de isopacas fue construido con el control de 150 puntos estratigráficos y muestra una dispersión en dirección N-NE, cubriendo un área de 296 km² con un espesor de capa > 6 cm de pómez y ceniza. Se calculó un volumen mínimo de 4.92 km³ que corresponde a 1.74 km³ de roca densa equivalente (RDE).

El Popocatepetl actualmente tiene una actividad moderada con una relativa quietud. La actividad eruptiva más reciente ocurrió hace ca. 1200 años AP. (Siebe et al., 1996; Panfil et al., 1999). En la actualidad una erupción de gran magnitud como la SPO podría tener consecuencias catastróficas para varios millones de habitantes cercanos al área, afectando grandes metrópolis tales como la ciudad de Puebla, México, Tlaxcala, Cuernavaca y sus alrededores que podrían ser afectados por una lluvia de ceniza que podría exceder > 6 cm en espesor.

VUL-17 CARTEL

EL SISTEMA DE DIQUES Y DOMOS DEL EOCENO MEDIO, EN LA PORCIÓN CENTRO-ORIENTAL DE LA MESA CENTRAL, MÉXICOTristan González Margarito¹, Cruz Márquez Judith²,
Labarthe Hernández Guillermo¹ y Aguillón Robles Alfredo¹¹Instituto de Geología, UASLP²Posgrado en Geología Aplicada, UASLP
mtristan@uaslp.mx

En la porción suroriental de la Sierra Madre Occidental (SMOc) muy cerca del límite entre las provincias fisiográficas de la SMOc y la Mesa Central, en la frontera

de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, se localiza un complejo volcánico de domos y diques félsicos del Eoceno medio, los cuales forman parte del hombro oriental del Graben de Aguascalientes. El complejo de domos y diques La Tesorera se localiza en la porción más al NW del graben, los domos y diques se emplazaron dentro de una secuencia vulcano-sedimentaria del Jurasico-Cretácico y secuencias de rocas turbidíticas y de plataforma somera del Cretácico inferior correspondiente al Terreno Guerrero, pero principalmente estos diques se encuentran alojados dentro y en las márgenes del cuerpo plutónico granodiorítico denominado intrusivo La Tesorera (74 Ma). La secuencia volcánica terciaria, se inició con la emisión de una lava de composición dacítica que formó un domo amplio emplazado en la porción norte del intrusivo La Tesorera. Posterior a la dacita, la emisión fue de lavas félsicas a través de diques múltiples que varían en espesor desde unos 4 m hasta 100 m de ancho y una longitud que puede alcanzarlos los 5 km. En algunos sitios, sobre todo en su parte SW del intrusivo La Tesorera, se desarrollaron domos endógenos de diferentes dimensiones. El control estructural es un patrón de diques paralelos a ligeramente anastomosado. Muchos de los diques y domos presentan silicificación fuerte formando cuerpos importantes de jasperoide. La mayoría de los diques presenta inclinación al SW con ángulo entre 64° y 84°, la dirección del esfuerzo menor es NNE-WSW, con un rumbo general N10°W. La edad isotópica K/Ar determinada para uno de los diques fue de 46 Ma. Posterior a la inyección de los diques, se llevo a cabo un vulcanismo efusivo y piroclástico de composición riolítica que cubrió parte del intrusivo en su porción NW.

En la zona del intrusivo La Tesorera se aprecia un control importante para el emplazamiento de los diques, ya que todo el complejo de diques y domos está asociado al área de afloramiento del intrusivo, tanto en su parte central como en sus márgenes. La edad de los domos y diques La Tesorera es contemporánea con la secuencia volcánica félsica basal del Eoceno medio de las inmediaciones de la ciudad de Zacatecas (Riolita La Bufa de 49 Ma). La granodiorita en su contacto con las rocas carbonatadas ocasionó la formación de cuerpos lenticulares de wollastonita y barita. Los colgantes son por lo general cuerpos de "hornfles" producto del metasomatismo de contacto entre el intrusivo y la secuencia de rocas turbidíticas. Este vulcanismo fisural está asociado a las primeras fases de extensión durante el Eoceno, originados por los eventos de formación de la provincia de Cuencas y Sierras de la República Mexicana, generando principalmente vulcanismo intermedio.

Sesión Especial

**ACOPLAMIENTO
BIO-OCEANOGRÁFICO EN LA
BAHÍA DE LA PAZ Y REGIÓN SUR
DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

Organizadores:

Aída Martínez López

Emilio Beier

SE01-1

RESULTADOS RECIENTES SOBRE HIDROGRAFÍA Y CIRCULACIÓN EN LA REGIÓN SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Lavín Miguel
División de Oceanología, CICESE
mlavin@cicese.mx

Se presentará una revisión del conocimiento actual sobre la hidrografía y la circulación en la región sur del Golfo de California, como marco general en el cual ocurren las interacciones bio-oceanográficas objeto de la sesión especial. Se usarán datos hidrográficos históricos y recientes para evaluar la clasificación de masas de agua de la región, especialmente las de las capas superiores, así como las evidencias sobre su origen. La circulación de la región se revisará a partir de datos directos y de ejercicios numéricos publicados recientemente; se revisarán tanto las escala estacional e interanual como rasgos intra-anales, tales como la corriente costera de principios del verano y los remolinos de mesoescala.

SE01-2

ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES EN RELACIÓN AL FLUJO GEOSTRÓFICO EN LA BOCA PRINCIPAL DE BAHÍA DE LA PAZ Y GOLFO DE CALIFORNIA ADYACENTE

Sánchez Velasco Laura¹, Beier Martín Emilio, Ávalos Carlos y Lavín Miguel²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²División de Oceanología, CICESE

lvelasco@gmail.com

Se analizaron relaciones entre asociaciones de larvas de peces y flujo geostrófico superficial en Bahía de La Paz y zona oceánica adyacente (Golfo de California). Los datos físicos (CTD) y biológicos fueron (red bongo) obtenidos en mayo, julio, octubre 2001, febrero 2002. EL Índice de Bray-Curtis definió dos tipos de asociaciones de larvas de peces con variaciones espaciales y temporales: 1) la asociación costera dominada por especies epipelágicos costeros (e.j. *Sardinops caeruleus*) y 2) dos asociaciones oceánicas, la Oceánica y la Transicional-Oceánica, ambas dominadas por especies mesopelágicos (e.j. *Vinciguerría lucetia*, *Benthoosema panamense*), aunque con marcadas diferencias de abundancia. Las variaciones en distribución se relacionaron con el intercambio de agua entre el Bahía y el Golfo a través de su boca norte. Durante Julio-octubre, el flujo geostrófico de entrada es fuerte, y las asociaciones oceánicas se extendieron hacia el interior de la bahía, mientras de febrero a mayo, cuando el transporte geostrófico es débil, la asociación costera se expandió en la bahía. El fuerte intercambio de agua entre la bahía y el golfo registrado en verano y otoño correspondió con la evolución anual de las propiedades de las masas de agua en la bahía, de alta salinidad del agua del Golfo de California durante invierno y primavera a agua Superficial Tropical menos salina durante verano-otoño, cuando se registró el mayor número de especies.

SE01-3

ÚLTIMOS RESULTADOS SOBRE LA MATERIA EN HUNDIMIENTO EN CUENCA ALFONSO, BAHÍA DE LA PAZ: SERIE DE TIEMPO 2002-2009

Silverberg Norman, Aguirre Bahena Fernando y Zaitsev Oleg
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
silverb@ipn.mx

Después los nuevos análisis de carbono orgánico e inorgánico y las correcciones de los valores de silicio biogénico presentamos información sobre las proporciones de materia biogénica y litogénica en hundimiento en Cuenca Alfonso. Aunque incluimos la fuertes flujos asociado a eventos como huracanes, la tasa promedio de sedimentación de masa total (281 g m⁻² a⁻¹) ya cambio muy poco con medidas adicionales, y corresponde bien con las tasa de acumulación de los sedimentos. Esta indica que no hay distorsión turbulenta a la boca de trampa. En verdad, las mediciones del ADCP mostraron corrientes residuales promedios mensuales a 200m de profundidad de <5 cm s⁻¹. No obstante la fuerte estacionalidad en el régimen de los vientos y de temperatura sobre la Bahía, a parte de una tendencia de flujos mas importante al fin del verano y el inicio de invierno, pocos componentes en hundimiento mostraron patrones estacionales regulares. La grande excepción es la proporción de Carbonato de Calcio y Silicio Biogénico, probablemente relacionado con la abundancia de nutrientes en la zona fótica y la profundidad de mezcla. La proporción de Corg (prom. 7.8 ± 2.2%) todavía no varia mucha, y su flujo promedio, 51.4 mgC m⁻² a⁻¹ con desviación estándar de ± 28.7, sugiere que la productividad primaria se mantenga a través el año para varios grupos de fitoplancton. Los flujos anuales de todos los componentes biogénicos están mas altas en Cuenca Alfonso, que en Cuenca Guaymas, conocida como una zona de alta productividad en el Golfo de California.

SE01-4

ESTRUCTURA VERTICAL DE LAS CORRIENTES EN LA BAHÍA DE LA PAZ

Zaitsev Oleg, Silverberg Norman y Aguirre Bahena Fernando
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
ozaytsev@ipn.mx

Se examinaron las corrientes en la capa superior a 180 m en la parte norte de la Bahía de La Paz usando series de tiempo obtenidas por medio de un anclaje de perfilador acústico (marca Sontek 250 KHz) instalado en el periodo 2007-08. Para investigar las variaciones temporales del nivel del mar, temperatura y corrientes se aplicó un análisis espectral rotatorio, análisis armónico y análisis espectral de tiempo-frecuencia tipo Wavelet de las series de tiempo de las corrientes y vientos locales.

Los corrientes en el rango de marea representan el 43% de la energía cinética total de corrientes locales, cuando los movimientos de bajas frecuencias (residuales) y de altas frecuencias (turbulencia) representan alrededor del 40 y 17 %, correspondiente. La estructura vertical de las corrientes consistió de: (1) un flujo baroclínico de las frecuencias principalmente diurnas en la capa superficial de alrededor de 25-30 m con una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj e intensidades de las corrientes hasta de 0.8 m/s que se deterioró rápidamente con la profundidad, y (2) un flujo relativamente débil, casi barotrópico de las corrientes de marea por debajo de los 30 m de profundidad con una rotación del vector de la corriente en el sentido de las agujas del reloj. Las corrientes diurnas dominantes en la capa superficial (especialmente armónica S1) fueron coherentes con los vientos locales de brisa que también fueron con una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj. En los registros de ADCP se identificaron las corrientes de S2, S3 y S4, las cuales fueron muy coherentes con las fluctuaciones del viento respectivas. Las elipses de marea de S1 y S2 se orientaron en contraste con las otras elipses de la marea a lo largo de la costa de la Bahía de La Paz, y sus ejes semi-mayores alcanzan 0.55 y 0.2 m/s, respectivamente. La estimación del balance de energía de las corrientes diurnas mostró que en la capa superior a 30 m el componente "determinístico" de marea (radiacional, barotrópico gravitacional y baroclínico coherente), estimado por el análisis armónico, presentó alrededor de 65% de la energía total de corrientes diurnas, cuando para las profundidades mayores a 30 m la estimación correspondiente era del 40%. Se discuten los mecanismos físicos probables de esta amplificación de las corrientes superficiales en la banda diurna.

SE01-5

FITOPLANCTON SILICEO DE LA ZONA EUFÓTICA, COMO SEÑAL DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN CUENCA ALFONSO, GOLFO DE CALIFORNIA

Villegas Aguilera Ma. Magdalena, Martínez López Aida y Verdugo Díaz Gerardo
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
amartin@ipn.mx

Con el propósito de comprender los mecanismos que regulan la variabilidad en la abundancia y composición específica del fitoplancton silíceo y determinar si son buenos indicadores de la productividad primaria en Cuenca Alfonso, Bahía de La Paz, B.C.S., se realizaron muestreos mensuales durante diciembre de 2005 a junio de 2007. En cada muestreo, se obtuvo información de la estructura de la columna de agua y concentración de nutrientes, fluorescencia natural y comunidad fitoplanctónica en 7 niveles de irradiancia (100, 55, 33, 10, 3, 1 y 0.1%). Adicionalmente, se realizaron incubaciones in situ (diciembre 2005, mayo y agosto 2006, febrero y mayo 2007) para estimar la productividad primaria por el método de asimilación de ¹⁴C. Para comprender la relación de la abundancia de las especies del fitoplancton y las variables ambientales en la zona eufótica, se aplicó un análisis de correspondencia canónica (CCA). Las variables físicas, químicas y biológicas mostraron una estacionalidad bien definida, con condiciones de mezcla durante octubre a marzo, el inicio de la estratificación durante abril y mayo y estratificación de junio a septiembre. En los primeros 100 m de la columna de agua entre enero y julio se observó la presencia de Agua del Golfo de California (AGC) y Agua subsuperficial subtropical (ASsSt). En tanto que durante agosto y noviembre se presentó la substitución del AGC por el Agua superficial ecuatorial (ASE). La estacionalidad del fitoplancton se definió por un periodo extendido entre diciembre y julio donde se observo crecimiento del fitoplancton y un periodo corto entre agosto y noviembre con bajo crecimiento de fitoplancton. El periodo de crecimiento se asoció con dos condiciones en la columna de agua: 1) la mezcla intensa y 2) la intrusión de agua de mayor profundidad fría y rica en nutrientes a la zona iluminada probablemente relacionada con la presencia de un giro ciclónico. En términos del ciclo anual el cambio en las especies correspondió al remplazo de especies propias de aguas costeras enriquecidas por aquellas de aguas tropicales/subtropicales, con una contribución pequeña de especies de agua fría. La mezcla de especies de diferente afinidad geográfica en la zona de estudio evidenció el carácter transicional de esta región del Golfo de California. Así mismo, las diferencias interanuales encontradas muestra la alta variabilidad hidrográfica a que está sometida esta zona por efecto de eventos como El Niño. El fitoplancton silíceo (diatomeas y silicoflagelados) explica un 58% de la variabilidad de la productividad primaria por el método de fluorescencia natural y entre un 8 y 32% por el método de asimilación

de 14C, por lo que este grupo fitoplanctónico, puede ser considerado como un buen indicador de la productividad primaria de Cuenca Alfonso.

SE01-6

UNA APROXIMACIÓN AL HÁBITAT FÍSICOQUÍMICO PARA CETÁCEOS EN LA BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA

Pardo Mario A.¹, Silverberg Norman¹, Gendron Diane¹, Romero Ibarra Nancy¹, Jaramillo Legorreta Armando² y Martínez López Aida¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Nacional de Ecología
biomario@gmail.com

Los cetáceos ocupan hábitats diferentes de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos y su distribución ha sido asociada principalmente con la disponibilidad de presas. Las señales físicas del hábitat que los pueden guiar en su búsqueda de alimento aún son poco entendidas pero esenciales para entender el efecto de los cambios climáticos sobre sus poblaciones. Con el fin de indagar los mecanismos ambientales que regulan la abundancia de cetáceos en la Bahía de La Paz, se caracterizaron las condiciones de este hábitat junto con el seguimiento a la densidad poblacional de cuatro especies de misticetos y seis odontocetos durante un ciclo anual (2007). Mediante información satelital se analizó la estacionalidad del esfuerzo del viento, clorofila-a y temperatura superficial. Se determinó la estructura físicoquímica de la columna de agua a partir de perfiles CTD, medición de nutrientes y clorofila-a. Con una trampa fija de series de tiempo se analizó el material biogénico particulado en hundimiento a partir de su contenido de ópalo, carbonato de calcio, carbono y pelotillas fecales de zooplancton. Los resultados sugieren tres escenarios ambientales bien definidos: [1] un periodo de mezcla con alta clorofila-a a lo largo de la columna de agua y baja temperatura; [2] un periodo de estratificación, baja clorofila-a y alta temperatura superficial; y [3] un periodo de ascenso de agua profunda en condiciones estratificadas, con picos sub-superficiales de clorofila-a e inyección de agua fría a la superficie. Este patrón es consecuente con la concentración de nutrientes, la proporción entre fitoplancton silíceo y calcáreo, y el flujo de pelotillas fecales de zooplancton. La Bahía de La Paz fue en general más rica en biomasa fitoplanctónica que el golfo adyacente, especialmente durante los periodos de mezcla y ascenso. Esta sucesión ambiental parece modular la segregación temporal de las especies de cetáceos más abundantes. Los rorcuales azules dominaron los periodos de mezcla y ascenso, los rorcuales comunes fueron más abundantes en condiciones estratificadas y los rorcuales tropicales se presentaron en todos los periodos con bajas biomásas. En los odontocetos, los delfines comunes alcanzaron esporádicamente la mayor biomasa durante un periodo de mezcla, pero se presentaron todo el año, los tursiones fueron más abundantes durante el ascenso de agua profunda e inicio de la estratificación y los calderones sólo se presentaron en condiciones estratificadas. Esta heterogeneidad ambiental parece promover una disponibilidad estacional de presas que sustentan de forma sucesiva a cetáceos zoopláctofagos, ictiófagos, generalistas y teutófagos durante el ciclo anual. Datos de sensores remotos de largo periodo sugieren que este patrón puede ser anual dependiendo de la magnitud de las condiciones observadas.

SE01-7

VARIABILIDAD DEL CAMPO DE VIENTO FRENTE A LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA EN EL PACÍFICO Y EN LA ENTRADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Castro Valdez Rubén¹, Martínez Alcalá José Antonio¹, Mascareñas Affonso² y Gil Silva Eduardo²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
rubenc@uabc.mx

Se analiza el campo de viento frente a la península de Baja California en el Pacífico y en la entrada al Golfo de California. Los datos fueron obtenidos de los productos "A Cross-Calibrated Multi-Platform Ocean Surface Wind Components" (CCMP) y de QuikScat (QS-L3) durante el periodo 2000-2007. Ambas fuentes se compararon con tres estaciones meteorológicas (EM) situadas en las Isla de Todos Santos (ITS), Isla Guadalupe (IG), Baja California y en Cabo Pulmo (CP), Baja California Sur. Se encontró una mayor correlación entre las series de CCMP y las EM que con los datos de QS. Las correlaciones entre CCMP-EM fueron de 0.81 en ITS, 0.74 en IG y de 0.86 en CP. Frente a la península del lado del Pacífico los vientos fueron muy persistentes la mayor parte del año y con dirección dominante hacia el sur-sureste. En la entrada del golfo, la persistencia disminuyó y se presentaron cambios estacionales en la dirección del viento. La mayor variabilidad (r.m.s.) ocurrió cerca del Centro de Alta Presión del Pacífico Norte (CAP) en invierno y en la entrada del Golfo de California (GC) en el verano. Los vientos más intensos ocurrieron frente a la península en primavera-verano, mientras que en la entrada del GC ocurren durante invierno. El rotacional del esfuerzo del viento fue principalmente ciclónico en áreas bien definidas cerca de la costa (~300 km), y decae hacia el océano abierto donde cambió a anticiclónico. En la entrada del GC el rotacional fue también positivo a excepción del invierno. El armónico anual del eje principal del viento presentó una amplitud pequeña y la varianza explicada fue menor al 30% cerca de la península. En la entrada del GC la señal anual se incrementó a más del 50%. El

modo más energético de las Funciones Empíricas Ortogonales (FEO) fue del 46.2%, su estructura espacial representó la dominancia del CAP al noroeste de la zona de estudio. El segundo modo tuvo una contribución del 19%, con la mayor varianza local al sur de Punta Eugenia y en la entrada del GC. Las series de tiempo de la amplitud para ambos modos mostraron una señal anual débil. La amplitud correspondiente al modo 1 presenta máximos durante la primavera, mientras que en el modo 2 ocurren durante el invierno. La influencia del viento sobre el océano en se manifestó en la alta productividad a lo largo de la costa de Baja California, y una baja temperatura superficial al norte de ~29°N (frente a Punta Baja). Esta surgencia es interpretada como una combinación del transporte y bombeo de Ekman.

SE01-8

MEZCLA EN LA ENTRADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Martínez Alcalá José Antonio¹, Castro Valdez Rubén¹ y Mascareñas Affonso²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
amartine@uabc.mx

Las características termodinámicas del Golfo de California (GC) requieren un balance a través de la boca. Parte de este balance es el flujo de flotabilidad (buoyancy flux). En este trabajo exploramos la posible importancia del viento en la entrada del GC y su contribución a la mezcla. Desde 1992 y hasta 2004, se realizaron mediciones hidrográficas repetidas en una sección a la entrada del golfo y que abarca desde la costa de la península de Baja California hasta el continente. Con la ayuda de datos satelitales de viento, se intenta determinar la mezcla que ocurre en esta sección. Asimismo se muestran las diferencias entre los procesos que ocurren en ambas costas.

SE01-9

GULF OF CALIFORNIA RESPONSE TO HURRICANE JULIETTE

Zamudio Luis¹, Hogan Patrick² y Metzger Joseph²

¹Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA

²Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, USA
luis.zamudio@nrlssc.navy.mil

The HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) has been configured for the Gulf of California (GOC) at 1/12° and 1/25° horizontal grid resolution and has been nested inside a basin-scale 1/12° Pacific version of HYCOM. The nested GOC models are used to study the upper-ocean GOC response to Hurricane Juliette. The model results indicate that Juliette's winds forced strong poleward coastal baroclinic currents (meridional velocity > 60 cm/s) along the southwestern coast of the GOC. That reversed the well-observed mean equatorward currents along the southeastern coast of the Baja California Peninsula. These Juliette-induced currents forced a transport variation of > 0.2 Sv along the entrance of the GOC. In addition, Juliette's winds increased the mixed layer depth (from ~5 m to ~40 m) and induced strong upwelling (vertical velocity > 30 m/day) along the southeastern coast of the Baja California Peninsula. The model simulated upwelling is corroborated by model independent analysis of SeaWiFS chlorophyll-a satellite measurements. During its early stage Juliette generated a coastally trapped wave (CTW) along mainland Mexico. After its generation the CTW propagated along the coasts of the mainland and GOC, where it interacted with the capes and ridges along the southeastern coast of the GOC. As a result of that interaction part of the CTW separated from the coast, propagated westward, and reversed direction (from poleward to equatorward) and partially modulated the intensity of the Juliette-generated coastal upwelling.

SE01-10

DETECCIÓN DE FLUJOS DE MATERIAL SUSPENDIDO EN LA REGIÓN SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA MEDIANTE SENSORES REMOTOS

Martínez Flores Guillermo, Nava Sánchez Enrique, Zaitsev Oleg y Salinas González Felipe
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
gmflores@ipn.mx

Las observaciones del color del océano son de particular interés por su utilidad en la estimación de distribuciones espaciales y temporales de tasas de cambio de concentraciones de materia particulada viva, detrítica e inorgánica, así como de materia disuelta. Esta información es útil en aplicaciones costeras, incluyendo el monitoreo de materia suspendida asociada con descargas de ríos, resuspensión de sedimentos del fondo en aguas someras, y en general para evaluar la calidad del agua. En el campo de la percepción remota, se obtienen aproximaciones de estas distribuciones a partir de las propiedades de absorción y dispersión del agua y sus componentes, realizando mediciones espectrales de reflectancia en la superficie del océano. El objetivo de este trabajo consiste en estimar la concentración relativa de materia suspendida y disuelta, y usarla como trazador de patrones de circulación superficial en la región Sur del Golfo de California. Para ello, se adaptan algoritmos desarrollados por otros autores aplicándolos a imágenes con resolución espacial de 250 y 500 m, captadas por el sensor MODIS/Aqua, así como a imágenes ETM+/Landsat-7 de 30 m de resolución espacial. Los patrones de circulación que

se destacan con el tratamiento de estas imágenes son: un giro ciclónico en la región central de la Bahía de La Paz en invierno de 1998, flujos de que cruzan la región Sur del Golfo de California con dirección Oeste y un gran giro ciclónico que abarca lo ancho del golfo a la altura de Bahía Concepción (verano de 2004). Se propone el diseño de un sistema que permita monitorear la distribución espacio-temporal de estructuras de circulación, utilizando imágenes diarias del satélite Aqua.

SE01-11

REGISTRO SEDIMENTARIO DE QUISTES DE GYMNODINIUM CATENATUM (~500 AÑOS), EN LA REGIÓN SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Flores Trujillo Juan y Helenes Escamilla Javier
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jflores@cicese.mx

El estudio estratigráfico de los quistes de *Gymnodinium catenatum* permite conocer más sobre su historia y su relación con las características oceanográficas en el Sur del Golfo de California. Esta especie ha sido reportada en sedimentos superficiales en el Golfo de California y en el Pacífico, entre otras localidades. Aquí se presenta la primera serie estratigráfica de esta especie en sedimentos del Golfo de California. Los objetivos de este trabajo son determinar la variabilidad de la abundancia de quistes de *G. catenatum* en sedimentos laminados de cuenca Pescadero, sur del Golfo de California de 1483 a 1994. También deseamos mostrar su posible relación con la variabilidad regional de la temperatura superficial del mar (TSM) y el viento del Noroeste (VNO), a escala inter-decadal. Se estudiaron 20 muestras de sedimentos laminados del núcleo PCM00-61C-4 (1907-1994) y 76 muestras del núcleo PCM99-74C-5 (1483-1967). Las muestras fueron procesadas con el tratamiento palinológico de digestión ácida, sin oxidación y agregando esporas de *Lycopodium* para el análisis cuantitativo. La determinación de ¹⁴C, muestra que ambos núcleos representan un intervalo combinado de 511 años. Nuestros datos indican que *G. catenatum* ha estado presente en la región estudiada, al menos desde 1483, siendo más abundante en el siglo XX. Se observa una concentración máxima de quistes (1890 quistes/gramo de sedimento) en el intervalo de 1888 a 1914, un intervalo con poca abundancia de 1920 a 1940 y una disminución gradual desde 1950. Las abundancias absolutas se correlacionan con los VNO, mientras que las abundancias relativas no se correlacionan con esta variable, sugiriendo que las surgencias no contribuyen de manera importante a la proliferación de esta especie. Las abundancias de estos quistes parecen estar moduladas en forma negativa por condiciones de El Niño, y en forma positiva por condiciones de La Niña. Nuestros datos muestran una disminución evidente desde 1970, inversa al calentamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región del sur del Golfo de California. La relación inversa entre la abundancia absoluta y relativa de *G. catenatum* y la TSM sugiere que de continuar el calentamiento de las aguas en esta región oceanográfica, las abundancias de esta especie tenderían a disminuir en relación al resto de las poblaciones de dinoflageladas fotosintéticas, en esta región. Esta tendencia puede deberse a que las condiciones más cálidas en el sur del Golfo de California, sobrepasan la ventana térmica óptima (19-24°C) para la proliferación de esta especie.

SE01-12

ESTRUCTURA DEL ZOOPLANCTON Y SU RELACIÓN CON LA HIDROGRAFÍA EN LA BAHÍA LA PAZ, EN VERANO DE 2004

Mojica Ramírez Erika¹, Monreal Gómez María Adela², Salas de León David Alberto², Gracia Gasca Adolfo² y Merino Ibarra Martín²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
salas@mar.icmyl.unam.mx

Se analizó la estructura de la comunidad del zooplancton en la Bahía de La Paz, B.C.S. y su relación con la hidrografía durante el verano de 2004. Se realizaron 44 estaciones hidrográficas utilizando un CTD Neil Brown Mark III, un perfilador de fluorescencia PNF-300 de Biospherical, se determinaron las concentraciones de oxígeno disuelto y de nutrientes. Se estableció una red de 30 estaciones para zooplancton haciendo arrastres oblicuos mediante una red bongo. Los resultados muestran la presencia de un giro ciclónico subsuperficial ubicado en la parte central de la bahía, orientado en dirección noroeste-sureste. El mayor gradiente de salinidad, densidad se localizó a 20 m de profundidad coincidiendo con la capa de la termoclina. Los valores mas altos tanto de nutrientes como de clorofila-a coincidieron con el centro del giro ciclónico haciendo la zona fótica una zona de fertilización. La estructura del zooplancton está compuesta por 24 grupos. La distribución de los organismos del zooplancton y de la biomasa se concentró en los alrededores del giro, en particular en el área cercana a las costas así como en Boca Grande. Los grupos del zooplancton con mayor abundancia fueron los cladóceros, copépodos, sifonóforos, quetognatos y larvas de otros crustáceos. La distribución de la biomasa y la abundancia del zooplancton están relacionadas principalmente con la temperatura, que a su vez está delimitada por la presencia del giro ciclónico.

SE01-13

CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE LA PAZ OBSERVADA DURANTE LA PRIMAVERA-VERANO DEL 2004

Beier Martín Emilio¹, Lavín Miguel¹, Castro Valdez Rubén², Amador Buenrostro Alberto³ y Godínez Sandoval Víctor¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

²Universidad Autónoma de Baja California

ebeier@cicese.mx

Observaciones directas de velocidades en la Bahía de La Paz concuerdan con trabajos previos que, basados en cálculos geostroáficos, detectan un giro ciclónico que abarca la mayor parte de la cuenca durante el periodo cálido. Sin embargo, las velocidades geostroáficas sobreestiman las velocidades orbitales: las intensidades observadas (0.20-0.25 cm s⁻¹) fueron 25-40 % menores a aquellas estimadas por geostrofia (0.25-0.35 cm s⁻¹). La razón es que la fuerza centrífuga debe ser considerada en las ecuaciones del balance dinámico. El periodo medio de rotación fue de 1.4 días, pero varió durante julio-agosto del 2004 de 1-2 días hasta 2.5-3 días, con los periodos más largos al final de las observaciones. El análisis de datos satelitales (temperatura superficial del mar y clorofila) muestran que desde la primavera hasta fines de julio la bahía es más fría y más productiva que el Golfo de California adyacente, lo cual respaldaría un patrón de circulación ciclónica. Se discuten los mecanismos físicos que podrían producir la circulación observada, poniendo énfasis en detectar si la dinámica es local y/o forzada por el golfo adyacente.

SE01-14

PAST, PRESENT AND FUTURE OF FLOO - FLUXES LINKING THE OFFSHORE AND THE ONSHORE

Ladah Lydia¹, Lavín Miguel¹, Filonov Anatoliy², Zertuche José³ y Tapia Fabian⁴

¹División de Oceanología, CICESE

²Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

⁴Universidad de Concepción, Chile

lladah@cicese.mx

Results and future directions of the interdisciplinary biological-physical coupling project called FLOO: Fluxes Linking the Offshore and the Onshore, will be presented. Examples of how non-linear internal waves transport nutrients and larvae to neashore coastal populations of macroalgae and invertebrates in Baja California, and the importance of these types of future studies in the Southern Gulf of California region will be discussed.

SE01-15

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE LARVAS DE PECES EN UN GIRO ANTICICLÓNICO EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Contreras Catala Fernando¹, Sánchez Velasco Laura¹ y Lavín Miguel²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²División de Oceanología, CICESE

fcontrerascatala@gmail.com

Se analizan la composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces en un giro anticiclónico en la región sur del Golfo de California durante octubre del 2007. La red de estaciones de muestreo fue diseñada mediante el uso de imágenes de satélite de los días anteriores a la campaña. En cada estación de muestreo se obtuvieron muestras de zooplancton por estratos de 50 m profundidad (hasta los 200 m) mediante una red de cierre-apertura-cierre. Asimismo, se realizaron perfiles verticales de temperatura y salinidad mediante un CTD. Se identificaron un total de 115 taxones incluidos en 32 familias. La distribución de las especies más abundantes y frecuentes del estudio se describe a continuación: Vinciguerría lucetia, la especie más abundante y frecuente, se encontró dentro del giro en toda la columna de agua muestreada, aunque con mayores abundancias en todos los estadios larvarios desde la superficie a los 100 m de profundidad. Benthosema panamense se distribuyó preferentemente en el centro del giro en toda la columna de agua muestreada mostrando un incremento en su abundancia en la capa 100 -200 m de profundidad en larvas preflexión-flexión y postflexión. Triphoturus mexicanus con menor abundancia que B. panamense, presentó las mayores abundancias dentro del giro mostrando un ligero aumento de abundancia de 100 a 200 m en preflexión-flexión, sin embargo en postflexión se concentra de los 100 m a la superficie. El epipelágico Cubiceps pauciradiatus, se concentró dentro del giro en toda la columna muestreada, con mayores abundancias en el estrato de 0 a 50 m de profundidad en sus diferentes estadios de desarrollo. Por el contrario, larvas de Euthynnus lineatus (epipelágico) y Symphurus williamsi (demersal costero) se registraron fuera del giro. Lo anterior muestra un comportamiento diferencial por especie y estadio de desarrollo en relación a la dinámica del giro anticiclónico. Este estudio podrá generar conocimiento de frontera sobre las interacciones físico-biológicas que afectan la supervivencia de las larvas, especialmente en estructuras de mesoescala en el sur del Golfo de California.

SE01-16

MECANISMOS QUE MODULAN EL FLUJO VERTICAL DE SILICOFAGELADOS DENTRO DE CUENCA ALFONSO, GOLFO DE CALIFORNIA

Álvarez Gómez Irela Guadalupe, Martínez López Aida y Silverberg Norman
 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
 irelabugs@hotmail.com

Los cambios estacionales y anuales que hacen variar el océano están relacionados con cambios atmosféricos que modulan las condiciones oceanográficas y la producción de organismos fitoplanctónicos a través de la columna de agua, modificando la composición y abundancia de estos. Monitorear este acoplamiento bio-oceanográfico ha sido posible en Cuenca Alfonso, instalando una trampa de sedimentos a 360m de profundidad (Technicap PPS3/3) para capturar de manera continua el flujo de silicoflagelados exportados desde la zona iluminada hacia el fondo de la misma durante enero de 2002 a febrero de 2008. La serie de tiempo de los flujos de los silicoflagelados con una resolución temporal entre 7 y 14 días evidencian un periodo de flujos máximos durante diciembre de 2007 (2.4 x 10⁷ esqueletos m⁻² día⁻¹) y un periodo de valores mínimos en junio de 2002 (1 x 10³ esqueletos m⁻² día⁻¹), así como una alta variabilidad estacional e interanual que responde a diferentes mecanismos. El patrón anual exhibió 3 incrementos en los flujos de los silicoflagelados: 1) en diciembre, en concordancia con el patrón de circulación de vientos del noroeste que promueven mezcla en la columna de agua y la disponibilidad de nutrientes para que la especie *Octactis pulchra* incremente sus flujos durante este periodo. 2) en septiembre, relacionado con huracanes y tormentas tropicales que incidieron de manera repetida en diferentes años en el sitio y podrían explicar los incrementos ocurridos en las especies de condiciones cálidas *Dictyocha messanensis* forma *messanensis* y *Dictyocha messanensis* forma *spinosa*. 3) en mayo, correlacionado con un giro ciclónico que se activa durante el periodo de primavera-verano y que origina el ascenso de agua rica en nutrientes a la zona iluminada causando el incremento de nuevo de la especie indicadora de aguas productivas *O. pulchra*. En relación a la variabilidad interanual se aplicó un análisis de factores a los flujos de las especies y los factores obtenidos se correlacionaron con algunos índices climáticos. El análisis definió 3 modos de variación, el factor 1 (22%) fue denominado "Ecuatorial" por *Dictyocha calida* que mostró el mayor peso para este factor y cuya afinidad geográfica es de la región ecuatorial; el factor 2 (16%) llamado "Subtropical" fue definido por *D. messanensis* forma *spinosa* propia de esta región; el factor 3 (12%) "Evento frío" definido por *Dictyocha pentagona* y *Dictyocha epidon* se correlacionó con el índice NPGO (Oscilación del Giro del Pacífico Norte) que señala un periodo de tiempo en el cual la Corriente de California presentó ingresos anómalos de Agua Subártica. Todas estas condiciones que estuvieron presentes durante estos 6 años revelan que esta región del Golfo de California es compleja y sensible a diferentes escenarios oceanográficos que pueden verse reflejados en las especies de los silicoflagelados.

SE01-17

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA INTEGRADA Y RAZONES DE ASIMILACIÓN EN LA ZONA EUFÓTICA BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Verdugo Díaz Gerardo¹, Martínez López Aida¹, Villegas Aguilera Ma. Magdalena¹ y Gaxiola Castro Gilberto²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²División de Oceanología, CICESE
 gverdugo@ipn.mx

Se presentan los resultados obtenidos durante muestreos realizados durante diciembre del 2005, mayo, agosto del 2006 y febrero, mayo del 2007. Se consideraron 7 niveles ópticos en la zona eufótica (100, 55, 33, 10, 3, 1 y 0.1% de la irradiancia superficial) en los cuales se estimaron las razones de asimilación del fitoplancton y la capacidad productiva de esta bahía, para lograr tal fin se realizaron determinaciones de productividad primaria mediante incubaciones "in situ" utilizando la metodología de asimilación de carbono radiactivo. Con relación a las razones de asimilación se observaron dos patrones básicos, uno con máximos subsuperficiales durante febrero y mayo del 2007 y otro con una tendencia a incrementar sus valores hacia el límite inferior de la zona eufótica (diciembre 2005, mayo y agosto 2006), mientras que los mínimos de esta misma razón se observaron en diciembre 2005 con una variación de 0.16 a 2.35 mg C mg (Chl)-1 h-1. Febrero 2007 registró una alta variabilidad con un rango de 3.3 a 22.4 mg C mg (Chl)-1 h-1 con el máximo en el 1% de irradiancia superficial. Durante diciembre 2005, mayo, agosto 2006, se observó un incremento de esta razón en el 0.1% de irradiancia superficial, alcanzando los 10.22 mg C mg (Chl)-1 h-1 durante el último mes citado. En el perfil de mayo 2007, los valores máximos de las razones de asimilación se asociaron con la profundidad de la capa de mezcla (13.23 mg C mg (Chl)-1 h-1), observándose una disminución hacia el límite inferior de la zona eufótica.

Mediante un modelo lineal productividad-clorofila ($R^2 = 0.70$) fueron estimados los valores de los meses en que no se realizaron muestreos in situ, mismos que fueron integrados en la zona eufótica, obteniendo para 2006 un valor superior a los 350 g C m⁻² año, mismo que le da el carácter de área de alta productividad a esta bahía.

Sesión Especial

ANTROPOCENO: LA NUEVA RELACIÓN TIERRA-HUMANIDAD

Organizadores:

Jesús Daniel Martínez Gómez
Ramiro Rodríguez Castillo

SE02-1

ANTROPOCENO: LA ERA DE LA IRRESPONSABILIDAD

Ferrari Luca
Centro de Geociencias, UNAM
 luca@geociencias.unam.mx

El Antropoceno ha sido definido como el periodo, iniciado hacia el final del siglo diezyocho, donde la actividad humana ha empezado a determinar un cambio global en el clima del planeta (Crutzen, 2002, Nature) y, mas en general, ha estado dejando un rastro indeleble en su registro geológico (Zalasiewicz et al., 2008, GSA Today). El crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto cada vez mas severo sobre los ecosistemas del planeta que caracterizan el Antropoceno, tienen su origen en la explotación de los combustibles fósiles (carbón y, posteriormente, petróleo y gas). Estos no son otra cosa que energía solar del pasado geológico almacenada en el subsuelo en compuestos orgánicos y guardados por millones de años. Con su uso el hombre ha podido tener acceso a una gran cantidad de energía barata, nuevos materiales, fertilizantes y pesticidas que han permitido incrementar de mas de un orden de magnitud la productividad agrícola. Como consecuencia durante el Antropoceno, la población mundial, que por milenios no había rebasado los 500 millones de personas, empezó a crecer de una forma exponencial, para alcanzar en la actualidad la cifra de 6,700 millones. Pero todo tiene un precio, que estamos pasando a las generaciones futuras. En poco mas de 150 años hemos quemado aproximadamente la mitad del petróleo que se ha formado en millones de años y hemos transferido de la corteza terrestre a la atmósfera enormes cantidades de carbono que están modificando sin remedio el clima. El haber alcanzado el pico de la producción mundial de petróleo entre 2005 y 2008 ha provocado un incremento de precios sin precedentes que ha desatado la crisis financiera y económica actual. Esta crisis es el resultado directo de un modelo económico insostenible basado en el crecimiento continuo. La expansión irresponsable del crédito ha sido deliberadamente impulsada para estimular el continuo incremento del consumo, de acuerdo al credo de los economistas que vislumbran un crecimiento indefinido controlado solo por la demanda. Se le olvida que vivimos en un planeta finito y que la segunda ley de la Termodinámica en mas poderosa que cualquier teoría económica. Es convicción de varios expertos que esta no es una simple recesión sino el fin del crecimiento mundial. Si estos es cierto es una vez mas irresponsable endeudar las finanzas de los estados para rescatar a un modelo que ha demostrado ser equivocado. El capital y la energía fósil remanente debería ser empleada desde ya en la transición a una sociedad y una economía libre de combustibles fósiles. Aunque todas las energías renovables son mas dispersas, intermitentes y pobres que el petróleo, impulsar el uso de la energía solar, eólica, biomasa, geotermia, así como la adopción de políticas de ahorro energético puede permitir un decrecimiento controlado hacia un estado de menor consumo pero sostenible. La alternativa es un colapso caracterizado por conflictos sociales, hambrunas y guerras. Hay que preguntarse si estamos todavía a tiempo para frenar la irresponsabilidad energética, ecológica y económica y poner un límite al Antropoceno.

SE02-2

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y PREVENCIÓN DE DESASTRES: GEOSOCIOLOGÍA, EL ENCUENTRO DE DOS CIENCIAS

Mitre Salazar Luis Miguel¹, Martínez Reyes Juventino¹ y Bayona Celis Armando²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro Queretano de Recursos Naturales
 lmitre@geociencias.unam.mx

El aplicación y aprovechamiento de la Geología en estudios de planificación territorial y de la prevención de desastres, aunque de manera reactiva y escasa ha venido cobrando importancia en nuestro país durante las últimas dos décadas.

Los trabajos realizados fundamentalmente han sido aportaciones hechas desde instituciones de educación superior, demostrando con ello de manera evidente la importante vinculación que estas tienen con la atención y solución los problemas nacionales en general y con la sociedad en particular.

Aunque las aportaciones han sido de gran valor para que las diversas autoridades puedan sustentar la mejor solución a los diversos problemas que se presentan, en ocasiones no han tenido el impacto esperado debido a lo unilateral de los resultados.

Tomando en cuenta que el ámbito del tipo de investigaciones realizadas, se orientan a un aprovechamiento seguro y racional del territorio, resulta fundamental que los estudios geológicos se complementen con los diversos escenarios presentes en el ámbito social, el cual será finalmente el principal usuario de estas investigaciones.

Para lograr una planificación territorial óptima y reducir la presencia de desastres, es urgente que la sociedad, con su elemental sentido de pertenencia de su territorio esté presente activamente en ambas actividades, de lo contrario México seguirá de forma pasiva y contemplativa esperando la ocurrencia de fenómenos catastróficos y generando riesgos por un uso inadecuado de su territorio.

En todos los casos de los dos temas referidos en este caso se han involucrado por lo general ciencias afines a la Geología sugiriendo con ello el concepto de

integridad en la investigación y se ha dejado de lado una de las componentes igualmente importantes que los estudios sociológicos aportan.

SE02-3

LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE COMUNICAR EN EL ÁMBITO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Martínez Gómez Jesús Daniel
Instituto de Geofísica, UNAM
 boletin@geofisica.unam.mx

La responsabilidad social se entiende como el compromiso que tienen las instituciones, públicas y privadas, así como las organizaciones sociales en general para contribuir al aumento del bienestar de la sociedad local y global.

Una forma importante de contribuir a ese bienestar es informar y explicar a la gente los fenómenos que suceden en su entorno social, así como el diagnóstico que se tiene de un determinado aspecto de nuestro planeta.

Llevar a la gente información de los proyectos de investigación que se realizan en las instituciones encargadas de esas tareas, así como de los resultados que se alcanzan en determinadas áreas, es un valioso avance en la lucha contra la desinformación e ignorancia de temas científicos, específicamente del ámbito de las geociencias.

De ahí que las entidades científicas al transmitir los resultados de sus trabajos a la ciudadanía, contribuyen de manera importante con la generación de cultura científica en la sociedad y esto indudablemente trae como consecuencia un mayor bienestar social.

Los medios de comunicación han cumplido un papel fundamental en la difusión del conocimiento sobre diversos aspectos de las Ciencias de la Tierra en los últimos años, creando un clima de buena disposición hacia esta área por parte de los tomadores de decisiones.

El Instituto de Geofísica de la UNAM cubre este aspecto de su responsabilidad social al difundir de manera oportuna, a través de diversos medios de comunicación y eventos académicos populares, los resultados de sus tareas, tanto de monitoreo volcánico, sísmico, mareográfico y magnético, como de análisis en cuestiones de geoquímica, contaminación hídrica, radiación solar, física espacial, hundimientos y riesgos por fenómenos naturales, entre otros.

El propósito de esta presentación gira en torno a destacar la importancia de la comunicación y divulgación para difundir las acciones y tareas de los geocientíficos y su contribución a la prevención y mitigación de los riesgos. Además de convocar a estos especialistas para que realicen esfuerzos en este rubro y hagan llegar a los políticos y al público en general los valiosos resultados de sus trabajos.

SE02-4

PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LOS CONSEJOS DE CUENCA Y EN LOS COTAS. ANÁLISIS DE SU PAPEL EN LA SITUACIÓN NACIONAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Hernández Hernández Héctor y Rodríguez Castillo Ramiro
Instituto de Geofísica, UNAM
 hectorhhh@gmail.com

En los años restantes del siglo XXI la carencia de agua, más que la carencia de la tierra cultivable, será el limitante más importante en la producción de alimentos en todo el mundo. La crisis del agua es mundial, a pesar de las grandes innovaciones tecnológicas, en la actualidad hay más personas que carecen de agua que hace 10 años.

En el territorio mexicano se tienen identificados cerca de 600 acuíferos. Se estima que 100 se encuentran sobreexplotados, los que representan el 50% de la extracción nacional para todos los usos. Esta situación ha generado que la reserva de agua subterránea disminuya a un ritmo de cerca de 8km³/año.

El Gobierno Federal ha reconocido que el problema del manejo del agua ha rebasado su capacidad de gestión, por tanto, ha iniciado una amplia serie de reformas en el sector hidráulico. Dentro de las reformas se tiene la descentralización de funciones, programas y recursos que venían siendo desempeñados de manera centralizada por las instancias gubernamentales. De esta forma se pretende que los gobiernos locales y los usuarios tengan mayores responsabilidades, coadyuvando, con el Gobierno Federal, al mejoramiento del manejo del agua en un marco de corresponsabilidad.

En 1988, se expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente donde comienza de manera formal la participación de la Sociedad Civil en la Gestión del Agua. Esta Ley establece como obligatoria la participación de la sociedad en la planeación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental. En 1992, se expide la Ley de Aguas Nacionales, donde se establece al Consejo de Cuenca como instancia de coordinación y concertación entre la CNA.

Los Consejos de Cuenca se integran con representantes de los gobiernos federal, estatal y municipal, usuarios del agua y organizaciones de la sociedad de la respectiva cuenca hidrológica.

El objetivo de la creación de los Consejos de Cuenca es para la participación de los usuarios y pobladores de la misma, junto con sus organizaciones y autoridades municipales en mesas de negociación con las autoridades federales y estatales, para discutir los problemas relacionados al uso y manejo de sus cuencas. Los Consejos tienen que formular programas y ejecutar acciones para la mejor administración y preservación de las aguas en su ámbito geográfico de acción. Para facilitar su trabajo, los Consejos de Cuenca cuentan con organizaciones auxiliares que comprenden una extensión territorial menor. Estas organizaciones son las Comisiones de Cuenca y los Comités de Cuenca.

Los Consejos cuentan también con los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, cuyo objetivo es preservar los acuíferos del país. Cada COTAS cubre uno o varios acuíferos; se forman por representantes de los usuarios de los diversos usos del agua libremente elegidos.

En los Consejos de Cuenca se ha consensuado el problema en torno al agua en cada región, así como las estrategias de solución para lograr el uso sustentable del agua; actualmente se definen y priorizan las acciones específicas a realizar en cada cuenca, señalando sus tiempos de ejecución, montos y responsables de llevarlas a cabo.

SE02-5

ALCANCES Y EXPERIENCIAS DEL PROYECTO DE CULTURA DEL AGUA DESARROLLADO EN EL COTAS IRAPUATO-VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO

Rodríguez Ortega Guadalupe¹ y Hernández Hernández Héctor²

¹COTAS Irapuato-Valle de Sanatigo A.C.

²Instituto de Geofísica, UNAM
guadalurdz@gmail.com

México enfrenta en la actualidad una crisis sin precedentes en torno al agua, lo que compromete el desarrollo social y económico en el futuro cercano, y se expresa ya en un acelerado deterioro de los recursos naturales y del delicado balance ambiental. Crecientes problemas de sobre explotación, contaminación, y distribución desigual, debida tanto a factores naturales como a los modelos de desarrollo impulsados, plantean un panorama que exige acciones inmediatas donde confluyan los esfuerzos del conjunto de la sociedad y el Estado. A principio de los 90's, los problemas de salud pública por el consumo de agua no potable tuvieron en México índices de los más altos del mundo, por lo que el ejecutivo federal instituyó en 1991 el Programa de Agua Limpia, con objetivos y estrategias específicas para garantizar que el recurso hídrico fuera de calidad adecuada para los diversos usos. Para atender este problema de salud pública, se establece un convenio de colaboración entre la Comisión Nacional del Agua y la entonces Secretaría de Salud y Asistencia; con el objeto de llevar a cabo las tareas preventivas, se da origen al COMPONENTE CULTURA DEL AGUA, adscrito al Programa de Agua Limpia.

Se sabe que el acuífero de Irapuato-Valle de Santiago presenta una sobre explotación, así como la presencia de metales pesados y de hidrocarburos, además el acuífero presenta un abatimiento promedio anual de 2m/año, pero en algunas zonas de la ciudad de Salamanca y de Irapuato se han encontrado abatimientos de hasta 5m/año. Se incrementa el problema del agua subterránea ya que es el único recurso para abastecer a más de 200 000 habitantes, solo en la ciudad de Salamanca. Por lo que el COTAS desarrolla anualmente varios cursos para dar a conocer el problema del agua que existe en la zona, así como las posibles soluciones. Los cursos van dirigidos a todos los sectores de la sociedad y a todas las edades, por lo que se desarrollan cursos para niños, así como para profesionales dedicados al estudio del agua. Entre los cursos más destacados se encuentran los Talleres WET que se desarrollan en conjunto con la CNA, pláticas escolares que se imparten a todos los niveles. Se imparten pláticas comunitarias para dar a conocer la situación del recurso hídrico y la forma como pueden atenuarse los problemas existentes, haciendo énfasis en que la sociedad tiene una gran responsabilidad en el manejo y conservación del agua. Se cuenta con un Plan de Medios importante, entre los que se encuentra un espacio en la estación de Radio Salmantina la cual transmite en su programación, 100 Consejos para cuidar el medio ambiente, Cuento a Contagotas y realiza entrevistas a los ponentes invitados. Se realizan boletines informativos en los principales diarios de la región con el propósito de dar a conocer las actividades que se desarrollan y principalmente concientizar a la sociedad del problema que se vive en la región y buscar soluciones junto con toda la sociedad.

SE02-6

HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA MEXICANA S. XX: GUILLERMO HARO BARRAZA, UN ASTRÓNOMO PRECURSOR DE LA ASTROFÍSICA EN MÉXICO

Zueck González Silvia
Instituto de Geofísica, UNAM
silvia@geofisica.unam.mx

Se presenta el resumen de la historia de vida de quien supo combinar el prestigio académico y el acceso a altas autoridades del gobierno para impulsar las primeras instituciones científicas modernas mexicanas y competitivas a nivel internacional, a través de las cuales se sentaron las bases de la profesionalización de diferentes disciplinas, en particular de la astrofísica.

Se abarca desde la época en que no existían en el país los centros académicos que validaran el conocimiento de disciplinas tan especializadas como la Astronomía, el paso del personaje por diferentes medios escolarizados, su regreso a México después de su estancia en el extranjero hasta la consolidación de diferentes institutos como el de Astronomía de la UNAM y el INAOE

SE02-7

UN ALGORITMO PARA PLANIFICAR EL TRAYECTO DE UNIDADES RECOLECTORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ZONAS URBANAS

Parra Guevara David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

En cada domicilio dentro de una zona urbana se generan diariamente residuos sólidos que es necesario eliminar y que en su conjunto representan grandes volúmenes. En el caso de la zona metropolitana de la ciudad de México, se estima que la generación media de residuos sólidos urbanos es aproximadamente de 20,478 toneladas por día, lo que corresponde a 1.2 kg/d/persona [2]. A nivel mundial, el sistema ordinario para la recolección de los residuos sólidos se lleva a cabo por unidades móviles que recorren las calles y avenidas, y representa el primer eslabón en cualquier plan para el manejo de residuos urbanos [3]. Tal sistema cuando no actúa frecuentemente y en forma completa (omitendo calles) provoca la acumulación de desechos en los hogares que posteriormente son depositados en sitios no adecuados dentro de la ciudad (calles, parques, lotes baldíos) o en sus inmediaciones (barrancas, bosques, ríos), lo cual origina efectos nocivos en los ecosistemas y en la salud humana. Sólo en el Distrito Federal se estima que quedan dispersos 14% (1560 toneladas) de los residuos que se generan diariamente [2].

Un sistema eficaz para la recolección de los residuos sólidos urbanos está constituido por un número suficiente de unidades que frecuentemente visitan las calles, y un plan de movimiento completo de las unidades recolectoras por las calles y avenidas. El primer punto requiere una inversión adecuada de recursos económicos, sin embargo, el segundo punto requiere de un método para planificar los recorridos o trayectos, lo cual no es un problema simple cuando el trazo de la ciudad es irregular y está constituido por un gran número de calles [3].

En este trabajo se analiza este último problema modelando el sistema de calles y avenidas por donde deben circular unidades de recolección de basura dentro de una zona urbana como un grafo no dirigido, conexo con nodos de grado par. Los trayectos cerrados, completos y simples (circuitos de Euler [1]) en dicho grafo representan los recorridos óptimos de las unidades recolectoras en el sistema. Se discute la complejidad combinatoria del espacio donde se encuentran dichos circuitos cuando el número de aristas (calles) es grande y se propone un algoritmo de descenso por máxima incidencia para determinarlos. Este algoritmo elige el movimiento en las aristas en forma similar al flujo de información más eficiente dentro de una red libre de escalas, es decir, siguiendo los nodos de mayor grado. Dicho algoritmo encuentra en cada etapa de aplicación un subgrafo con un circuito de Euler. El encaje de tales circuitos en nodos de contacto constituye el trayecto cerrado, completo y simple del sistema. Se muestra que el algoritmo es seguro (siempre determina un circuito de Euler) y rápido. Al final del trabajo se presentan ejemplos de su desempeño.

Referencias

- [1] Chartrand, G. And P. Zhang, Introduction to graph theory. McGraw-Hill, 2005.
- [2] Dirección General de Servicios Urbanos / DDF, Residuos sólidos en la zona metropolitana; datos básicos. México, 1995.
- [3] Tchobanoglous, G. and F. Kreith, Handbook of solid waste management. McGraw-Hill, 2002.

SE02-8

PROSPECCIÓN GRAVIMÉTRICA Y MAGNETOMÉTRICA: UN ENFOQUE ACTUAL DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ENSEÑANZA

Sánchez Zamora Osvaldo
Facultad de Ingeniería, Instituto de Geofísica, UNAM
osanchez@geofisica.unam.mx

A casi 40 años de la creación de la carrera de Ingeniero Geofísico en México, existe muy poco material didáctico y/o bibliográfico en el idioma castellano, casi toda la bibliografía que existe está escrita en Inglés. Con el apoyo de la UNAM, a través del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), se está trabajando en un proyecto que consiste en diseñar y elaborar un material didáctico digital interactivo que ayude a los alumnos a comprender mejor los temas del curso: Prospección Gravimétrica y Magnetométrica. A los profesores les servirá principalmente como auxiliar para la impartición de sus clases. Este material podrá ser editado por los profesores cuando así lo deseen. El producto estará en forma digital tanto en CD's como DVD's.

En una primera etapa, se elaborarán presentaciones en Power Point o algún otro software equivalente, que cubran todos los temas del curso. Para la segunda etapa, vamos a invitar a profesionistas e investigadores de la UNAM, del Centro de

Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) y del Instituto Politécnico Nacional, así como de la Industria tanto privada como descentralizada, para intercambiar ideas y sugerencias con el objeto de mejorar el material que se elaboró en la primera etapa. Para la segunda parte estaremos en condiciones de agregar ejercicios que requieren el uso de software especializado (inclusive profesional) para modelar estructuras geológicas basadas en los métodos de prospección gravimétrica y magnetométrica. Se elaborarán ejercicios resueltos con software de animación como Flash o equivalente. Vamos a implementar programas de cómputo que fueron escritos en lenguaje Fortran hace algunos años, para que puedan ser usados en los sistemas de cómputo actuales.

SE02-9

TELEVISIÓN Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Cortina Urrutia Lucila¹, Soler Arechalde Ana María¹ y Aguilar Sierra Alejandro²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

lucila@geofisica.unam.mx

En el marco del año Internacional del planeta Tierra se realizó la serie de televisión educativa el Decálogo de la Tierra.

Utilizar la televisión como medio para sensibilizar a la sociedad en el uso adecuado de los recursos naturales y que los conocimientos en Ciencias de la Tierra deben emplearse para construir una sociedad más sana, segura y rica. Se han usado los recursos y audiencia de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia CUAED, UNAM en colaboración con el ILCE y la red satelital de televisión educativa, EDUSAT, que a más de 10 años de funcionamiento se ha consolidado como una de las herramientas de apoyo para diversos niveles educativos, no obstante o tal vez precisamente por ello, requiere de una reflexión analítica mediante la cual se puedan perfilar las características más adecuadas.

La televisión educativa ha de recibir lecciones de la televisión convencional, sobre todo, en lo referente a diseñar sus mensajes, no tanto en base a los contenidos cuanto al destinatario, que asegure el vínculo, que sirve para atrapar y retener la atención y el interés, de acuerdo con un planteamiento constructivista del aprendizaje.

Se mostrarán algunos de los temas que se han presentado por televisión y el interés que el público en general tiene por ellos.

SE02-10

EL SOL NUESTRO DE CADA DÍA

Zueck González Silvia y Lara Sánchez Alejandro

Instituto de Geofísica, UNAM

silvia@geofisica.unam.mx

En el marco de la celebración del Año Internacional de la Astronomía, realizamos una observación solar en uno de los sitios con mayor afluencia a nivel nacional durante el equinoccio de primavera: Tepoztlán, Morelos. En el presente trabajo se describen las actividades realizadas durante este evento.

Aprovechando las instalaciones del Museo "Exconvento de Tepoztlán" (INAH), el 21 de marzo de 2009 (equinoccio de primavera), se instalaron 7 telescopios con filtros solares para que la gente pudiera observar nuestra estrella sin riesgo alguno. Durante el evento, contamos con la ayuda de investigadores y estudiantes del Departamento de Ciencias Espaciales del Instituto de Geofísica (IGEF); miembros del Club de Astronomía de la Facultad de Ciencias (NIBIRU); de profesores y alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria plantel # 5 de la UNAM y de la Unidad de Apoyo Editorial del IGEF. Además de la observación directa en los telescopios, también se proyectó la imagen solar en tiempo real sobre una pantalla dentro del Exconvento. Se entregó material impreso de divulgación relacionado con el Sol y como actividad paralela, con apoyo de dos investigadoras del IGEF, se impartieron conferencias sobre temas relacionados con nuestra estrella.

El evento representó un reto para los expositores y estudiantes voluntarios ya que tuvieron que responder desde preguntas básicas sobre el funcionamiento de los telescopios, magnetismo, el planeta Tierra y el Sol, hasta cuestionamientos pseudo-científicos, pero que no por ello se consideraron de menor importancia.

El Sol nuestro de cada día pretendió brindar una imagen moderna de la ciencia a un público heterogéneo conformado principalmente por estudiantes de primaria, comerciantes cercanos al sitio, así como turistas que asisten al pueblo para subir la montaña y llegar al sitio arqueológico que se encuentra en la cima de la misma.

SE02-11

CAUDILLISMO Y PROTAGONISMO EN EL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO. LOS MOTIVOS DEL LOBO

Rodríguez Castillo Ramiro

Instituto de Geofísica, UNAM

ramiro@geofisica.unam.mx

El avance en cualquier campo científico está dado por el nivel académico de los investigadores involucrados, de la capacidad técnico-científica de las instituciones en donde estos laboran y de la accesibilidad a financiamiento. Existe un factor más que a menudo se soslaya, y es la capacidad de interactuar entre pares académicos. Interacción que se ve reflejada en el número de publicaciones conjuntas y en el desarrollo de proyectos ambiciosos y complejos.

Una mala interpretación de la libertad de cátedra, que en el caso de investigación podría redefinirse como libertad de acción prácticamente imposibilita a autoridades académicas (Directores) a inducir a participar en proyectos conjuntos.

Cuando existen grupos definidos de investigación, son los participantes los que en común acuerdo con un líder (surgido de manera natural y aceptado sin mayores complicaciones) definen las líneas de investigación y los proyectos en los que se involucran.

En la Hidrogeología en México se han realizado pocos avances realmente significativos en el terreno científico. Pocas contribuciones de alta relevancia surgen de las instituciones en las que se albergan hidrogeólogos.

Sorprendentemente la importancia que tiene el agua subterránea como fuente primordial de abastecimiento no ha propiciado su desarrollo y la creación/fortalecimiento de grupos de trabajo dedicados a investigaciones hidrogeológicas. Lo mismo se ve reflejado en el reducido número de instituciones de investigación y educativas que ofrecen Posgrados en Hidrogeología.

Dependiendo de la fuente se habla de 300 - 400 hidrogeólogos formados en el País. A diferencia de otros campos científicos, donde existe un número importante de investigadores relevantes, en Hidrogeología depende de a quien se consulte quienes son las figuras que destacan; hay quien se autodefine como el único hidrogeólogo, hay otros para los cuales no hay nadie brillante. Predominan desafortunadamente actitudes protagonistas y caudillos autoproclamados en demérito del avance de la Hidrogeología en un País que depende casi en un 75 % de agua subterránea.

Se pierden oportunidades de avance y de colaboración con instituciones fuertes extranjeras. No se han propuesto proyectos multidisciplinarios e interinstitucionales en donde tengan cabida expertos de tres-cuatro campos de la hidrogeología cuya interacción podría producir contribuciones de frontera en aguas subterráneas, con beneficios adicionales para los participantes (más papers, mayores estímulos).

Existen colaboraciones aisladas, muchas de ellas exitosas que reflejan la complementación académica.

Es conveniente definir programas institucionales que incidan en colaboraciones claras y bien definidas con objetivos multisectoriales. Se aproximan tiempos difíciles y puede pasarnos lo del petróleo que se nos escurrió como agua de las manos. Se requieren resultados que se traduzcan en soluciones a la tan anunciada crisis por el agua.

SE02-12

EL AGUA DE LA RANA

Gómez García David¹, Aguilera Morales Juan Martín¹, Ramos Arroyo Yann René², Ramírez

Navarro Francisco², Martínez Arredondo Julio César² y Ramírez Aguayo Víctor Hugo²

¹División de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad de Guanajuato

²División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato

mexican_warfare@hotmail.com

El trabajo científico en la actualidad y a través de la historia se ha apoyado de medios para su divulgación. El trabajo documental audiovisual es un claro ejemplo del impacto dominante que tiene la imagen en la sociedad, además de que es el medio más comprensible para los diferentes sectores de la población. Un producto audiovisual científico tiene que ser capaz de comunicar de una manera objetiva y consciente para lograr transmitir el mensaje deseado y así popularizar a la ciencia: "hacerla digerible, estética, funcional y divertida" para las masas.

La delimitación temporal, espacial y temática de un proyecto documental audiovisual enfocado a la relación "Tierra-Humanidad" determina y da fe de los cambios graduales que están ocurriendo en nuestro entorno, así como de la manera en que alteran y modifican el modo de vida de los seres humanos. Los proyectos audiovisuales sirven como rescate y documento histórico ya que se utilizan como un instrumento para concientizar a una población de los riesgos potenciales. Estos pueden ocurrir cuando se rompe el equilibrio entre la naturaleza y el ser humano. Por otra parte, el trabajo audiovisual ha tenido la capacidad de difundir propuestas las cuales ayudan a concientizar a la población.

El producto audiovisual documental estéticamente tiene que ser atractivo, para capturar las miradas de los espectadores y convencerlos de la problemática existente.

El ejemplo de trabajo documental audiovisual, a presentar se titula "El Agua de la Rana .

Las imágenes presentadas y las ideas vertidas corresponden a la relación del agua con el entorno del cerro de ranas, el nombre purépecha de la región del río Guanajuato.

Este trabajo consta de una serie de entrevistas hechas a personas de diferente edad de la zona urbana y comunidades rurales del municipio de Guanajuato, Gto. Donde cada una expone la relación que tiene con el agua, el vital líquido desde su uso y aprovechamiento, hasta la alteración que ha habido por diversas causas. La alteraciones se deben a las actividades mineras, el estiaje de pozos, la contaminación de arroyos, los riesgos hidrológicos urbanos. El objetivo del documental es rescatar relatos, experiencias e interpretaciones sobre el agua en Guanajuato desde diferentes visiones y percepciones. El público al que está dirigido es en general y se propone su divulgación en los eventos afines al estudio del agua, comunidades, instituciones educativas y medios masivos como es el internet.

Se plantea como un modelo para divulgar a través de este proceso cualquier otro tema, dando una explicación a la vez del proceso de creación y desarrollo de los documentales audiovisuales.

Sesión Especial

CLIMAS Y OCÉANOS DEL PASADO

Organizador:

Juan Carlos Herguera García

SE03-1

THE LAST 800 KYRS PALEOCEANOGRAPHIC EVOLUTION IN THE TROPICAL AND EQUATORIAL PACIFIC

Álvarez García María del Carmen¹, Flores Villarejo José Abel¹, Sierró Sánchez Francisco Javier¹ y Molina Cruz Adolfo²

¹Universidad de Salamanca

²Universidad Nacional Autónoma de México
a2741@usal.es

Two ODP Sites (1237 and 1238) were studied in order to investigate the paleoceanographic evolution in the upwelling of the tropical and equatorial Pacific during the last 800 kyrs. A quantitative study of the coccolithophore assemblages show similar composition in both sites where small placoliths was the most abundant morphotype, suggesting an active upwelling during all the studied period. However, fluctuations in the upwelling intensity were interpreted from variations in the coccolithophore assemblages. Three intervals, calibrated by biostratigraphic and paleomagnetic events were established. Interval I (0.86-0.45 Ma) and interval III (0.22-0 Ma), which are characterized by high abundance of *Florisphaera profunda*, were related to weak upwelling and weak Trade Winds. These environmental conditions were similar to those prevailing today during "El Niño" events. Interval II (0.45-0.22 Ma), characterized by the abundance of *Gephyrocapsa* species, was related with well defined and intense upwelling. The intensification of the Trade Wind system could have favoured these oceanographic conditions, the same features developed during "La Niña" events today.

Alternatively, a comparison between both sites allows us thinking in a highest paleoproductivity in Site 1238 than in Site 1237 (most significant in the equatorial than in the tropical regions).

We interpreted that the role of the Equatorial Undercurrent and variations in their regime (linked to wind-dynamics) controlled significantly the nutrient supply to the upper photic zone.

SE03-2

EVENTOS TECTÓNICOS Y PALEOCEANOGRÁFICOS DURANTE EL NEÓGENO EN EL PACÍFICO ECUATORIAL TROPICAL Y SU INFLUENCIA EN LAS ASOCIACIONES DE QUISTES DE DINOFLAGELADOS

Zegarra Restrepo Monica y Helenes Escamilla Javier
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
mzegarra@cicese.mx

Las asociaciones palinológicas de muestras de núcleo (ODP-Site 1039) del Pacífico Ecuatorial Tropical están dominadas por quistes de dinoflagelados y otros palinómorfos marinos desde el Mioceno temprano al Plioceno temprano (19-3.5 Ma) y muestran una disminución abrupta aproximadamente a los 10 Ma. Luego del Plioceno temprano, hay un aumento continuo de palinómorfos continentales (coníferas) hasta alcanzar casi el 50% de la asociación palinológica durante el Pleistoceno.

Los quistes de dinoflagelados están dominados por taxa fotosintéticos pelágicos del orden Gonyaulacales, usualmente abundantes en áreas tropicales. Durante el Mioceno y parte del Plioceno dominan quistes redondos, pequeños y de ornamentación simple, en particular el género *Batiacasphaera*, con presencia de formas de *Impagidinium* y *Nematosphaeropsis*. Posteriormente, desaparece *Batiacasphaera* y aumenta la abundancia de quistes de dinoflagelados fotosintéticos con preferencia ambiental nerítica. Los géneros dominantes son *Spiniferites* y *Polysphaeridium* y se observa un aumento de quistes de dinoflagelados heterótrofos del Orden Peridinales.

Los resultados palinológicos se relacionan con series medidas de porcentaje de carbonatos, carbón orgánico total y abundancias de nanofósiles y diatomeas del mismo núcleo. Las correlaciones indican una estrecha relación entre las variaciones de quistes de dinoflagelados y las asociaciones palinológicas en general, con los eventos paleoceanográficos y tectónicos que han afectado el Pacífico Tropical Oriental durante el Neógeno.

Nuestros datos reflejan el inicio de la glaciación antártica a los 15 Ma por el aumento de quistes de dinoflagelados Peridinales; el cierre de los pasajes de Indonesia (~11 Ma) con una disminución en la producción de quistes asociada al "Carbonato Crash", y de Panamá (2.3 Ma) con el incremento de polen de bisacados acarreados por los vientos. El "bloom" biogénico del Plioceno seguido por el evento "El Niño-Like" (~4 Ma) durante los cuales aumenta y luego disminuyen los quistes de dinoflagelados fotosintéticos pelágicos. El incremento de quistes de dinoflagelados de preferencia ambiental nerítica y de heterótrofos de los últimos 2 Ma se relaciona con el deterioro climático debido a las glaciaciones del Cuaternario, y localmente con el acercamiento del área perforada a Centroamérica y a la zona de divergencia del domo de Costa Rica.

SE03-3

BENTHIC FORAMINIFERA HABITATS AND CARBON ISOTOPES: NEW PERSPECTIVE FROM THERMODYNAMIC CONSTRAINTS ON INTERMEDIATE WATERS RESPIRATION

Herguera García Juan Carlos¹, Peltzer Edward² y Brewer Peter²

¹División de Oceanología, CICESE

²Monterey Bay Aquarium Research Institute, Moss Landing, California, USA
herguera@cicese.mx

The aim of this presentation is to explore the importance of low oxygen concentrations and elevated levels of pCO₂ at intermediate depths below an eastern boundary current and the depth distribution of benthic foraminifera habitats and its implication as a new paleoproxy for respiration in the ocean. The relatively high levels of primary production in eastern boundary current regions enhances the export to depth of organic carbon and fuels the consumption of dissolved oxygen and an increase in the ambient partial pressure of carbon dioxide by microbial activity. The combination of these two effects and ocean circulation lead to a decrease in the thermodynamic respiration capacity at intermediate depths in the eastern North Pacific. Here we use an ocean respiration index (RI) that combines the partial pressure of O₂ and CO₂ instead of their molar concentrations. This expression, while generic, is linear in energy: higher values of RI represents an increase in the energy available from respiration, while lower RI values either due to lower pO₂ and/or higher pCO₂ in these waters imply conditions when oxygen is harder to use, and the effects are most evident in the absence of macrofaunal benthic organisms at these intermediate depths. It has been known for the past two decades on the vertical habitat segregation between species of deep-sea benthic foraminifera within a few cm below the sediment water interface. These different habitat depths are captured in the carbon isotopic composition of their calcitic shells, that reflect the carbon isotopic gradient of the dissolved inorganic carbon at depth. Here we will explore the relationship between the carbon isotopic composition of epi- and endobenthic foraminifera and the RI and discuss its implications for paleoceanographic reconstructions.

SE03-4

CICLICIDAD DE LAS SURGENCIAS EN EL SURESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL HOLOCENO MEDIO Y TARDÍO

Pérez Cruz Ligia y Aco Palestina Abel
Instituto de Geofísica, UNAM
perezacruz@geofisica.unam.mx

Se estudió una secuencia de sedimentos marinos laminados obtenida en la Cuenca Alfonso, en la Bahía de la Baz en el Golfo de California. La longitud de la secuencia fue de 212 cm. Para su estudio se analizó como proxy oceanográfico y climático a los radiolarios polycystinos.

El control de la edad se basó en dataciones de radiocarbono AMS, convertidas a edades calendario, obteniéndose un escenario de los últimos 7900 años AP, y se estimó una tasa de sedimentación promedio de alrededor de 0.3 mm/año.

Para el estudio de los radiolarios se analizaron muestras continuas cada centímetro (en total 212 intervalos).

Se identificaron 137 taxa de radiolarios y se aplicó un análisis multivariado para definir los factores (asociaciones) de radiolarios significativos en la secuencia. Se definieron 3 factores que explicaron el 75% de la variabilidad total de los datos. Uno de los factores fue denominado como "Eventos fríos" (Pérez-Cruz, 2006), y estuvo caracterizado por *Hexacontium* sp. cf. *Hexacontium giganthum*, *Phortium pylonium* (grupo) *Didymocytis tetrathalamus* y *Actinomma delicatulum*. Estos taxa tienen afinidad a aguas relativamente frías, ricas en nutrientes; por lo que reflejan condiciones oceánicas superficiales relativamente frías, con alta productividad biológica resultado de procesos de surgencias.

Con la serie de datos del factor 3 se llevó a cabo un análisis espectral. El resultado mostró ciclos regulares de aproximadamente 500 años. Se sugiere que estos ciclos de productividad en la región pueden estar gobernados por diferentes mecanismos climáticos, pero en particular por la variabilidad solar. Infiriendo que durante periodos en donde la actividad solar se reduce (mínimo de manchas solares), el frío en invierno en la parte continental de Norte América propicia la intensificación de los vientos del noroeste en el Golfo de California. Este régimen causó intensas surgencias a lo largo del eje del Golfo, influenciando a la Cuenca Alfonso, y trayendo aguas más frías ricas en nutrientes a la superficie, desplazando al Agua Superficial Ecuatorial (ASE), lo cual es evidenciado por la dominancia de los taxa de radiolarios arriba mencionados.

SE03-5

**SEA SURFACE TEMPERATURE AND CARBON EXPORT
VARIABILITY IN THE SOUTHERN CALIFORNIA CURRENT DYNAMIC
BOUNDARY: HIGH RESOLUTION RECORDS FOR THE PAST 1.2 KA**

Herguera García Juan Carlos¹, Mortyn Graham²,
Martínez Boti Miquel Angel³ y Bernal Franco Gladys⁴

¹*División de Oceanología, CICESE*

²*Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental, Universidad Autónoma de Barcelona, España*

³*Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona, España*

⁴*Escuela de Geociencias, Universidad de Colombia, Medellín, Colombia*
herguera@cicese.mx

An outstanding issue in our understanding of coastal ocean dynamics is how the increasing anthropogenic CO₂ injection into the atmosphere will change upwelling patterns in eastern boundary current systems. In this study we develop a ~1100-year high resolution proxy record of summer sea surface temperatures (SSTs) and organic C content in the sediments from the southern dynamic boundary region of the California Current System (CCS). This reconstruction is based on the Mg/Ca derived summer SSTs on the planktic foraminifera *Globigerinoides ruber*, shown to calcify in the upper 15 m of the water column during the summer season in a well stratified shallow upper surface layer in this region and on the organic C content in the sediments. The SST and organic C time series reconstruction from sediments of San Lázaro Basin (SLB) (25°N 112°W) for the past century are shown to capture the variability between the instrumental summer SSTs on decadal timescales fairly well for the last century. Here we will show a millennium long time series of the reconstructed summer surface temperatures and the organic C record and their links with the Northern Hemisphere (NH) temperature variability. One of the implications of these observations is that the processes that control sea surface temperatures, biogeochemical cycling of nutrients, ocean-atmosphere carbon fluxes and biological productivity of the CCS may intensify as a consequence of global warming and increasing atmospheric CO₂ concentrations, with still largely unknown biogeochemical and ecological implications.

Sesión Especial

EL OCÉANO COMO REGULADOR DEL CO₂ A NIVEL GLOBAL

Organizador:
Aramis Olivos Ortiz

SE05-1

IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES GRUPOS FITOPLANCTÓNICOS MEDIANTE PIGMENTOS TRAZADORES EN LA BAHÍA DE SANTIAGO, COLIMA DURANTE PRIMAVERA Y VERANO DEL 2008

Olivos Ortiz Aramis¹, Castro Ochoa Fátima Y.², Sosa Ávalos Ramón² y Quijano Scheggia Sonia¹¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima²Facultad de Ciencias Marinas, UCOL

aramis.olivos@gmail.com

En las costas de Colima, se han realizado diversos estudios sobre la comunidad del fitoplancton a través del análisis taxonómico con métodos ópticos, sin embargo el método HPLC es capaz de obtener gran cantidad de datos precisos sobre huellas pigmentarias del fitoplancton, rápida y sistemáticamente contribuyendo al estudio de la dinámica de estas poblaciones que son de considerable importancia para las pesquerías y para el balance de carbono en la zona costera, en este sentido, se realizó un estudio con el objetivo de identificar grupos fitoplanctónicos dominantes en Bahía Santiago a través de pigmentos trazadores durante primavera y verano (abril a septiembre) del 2008, llevando a cabo muestreos mensuales donde se colectaron muestras para el análisis de pigmentos y nutrientes, así como toma de parámetros físicos del agua de mar en 6 estaciones distribuidas a lo largo de la costa y 1 al centro de la bahía. Se logró la identificación de 14 pigmentos fitoplanctónicos, de los cuales se consideraron cuatro (FUC, PER, HF Y ZEA), además de la CHL a para reflejar la distribución superficial en la bahía después de no haber encontrado diferencias significativas entre muestras de 0 y 5m. En base a esto se determinó la distribución significativa de siete grupos del fitoplancton (diatomeas, dinoflagelados, primnesiofitas, cianobacterias, criptofitas, prasinofitas y crisófitas). La CHL a varió de 0.2 a 8.7 ug/l registrando su máxima concentración en abril mismo mes donde se registraron proliferaciones algales intensas y donde la mayor parte de los pigmentos presentaron sus concentraciones mas altas, en el caso de la zeaxantina (ZEA) sus máximas concentraciones se presentaron en verano (agosto) denotando la presencia de cianobacterias y no de proclorófitas, ya DV-CHL a y DV-CHL b no fueron detectados en el área de estudio. Respecto a los grupos dominantes por su aportación relativa con que contribuyen al total de la concentración de CHL-a en la zona en primavera fueron: diatomeas, primnesiofitas y dinoflagelados aportando el 37.4, 25.9 y 20.7% respectivamente, mientras que en verano los grupos dominantes fueron las diatomeas, primnesiofitas y cianobacterias aportando el 36.1, 25.2 y 18.6% respectivamente; de esto queda claro la importancia de la presencia y dominancia del grupo de las diatomeas pues se sabe que algunas especies de este grupo presentan altas tasas de fijación de carbono, sin embargo se ha puesto de manifiesto que el grupo de primnesiofitas y cianobacterias aportan en promedio el 22% de la CHL-a, lo que pone de manifiesto que grupos hasta ahora subestimados por la aplicación de métodos ópticos contribuyen de forma significativa en la productividad primaria y resaltan la importancia del rol que también llevan a cabo como fijadores de carbono en la zona costera.

SE05-2

FIJACIÓN DE CO₂ POR PRODUCTORES PRIMARIOS EN EL PACÍFICO TROPICAL MEXICANO

Sosa Ávalos Ramón¹, Cepeda Morales Jushiro², Gaxiola Castro Gilberto³, Moreno Ramos Olga Lidia⁴ y Olivos Ortiz Aramis¹¹Universidad de Colima²Posgrado de Ecología Marina, CICESE³División de Oceanología, CICESE⁴Instituto Oceanográfico del Pacífico, Secretaría de Marina
rsosa@ucol.mx

Los productores primarios fijan una parte importante del carbono inorgánico disuelto (CO₂) que fluye de la atmósfera hacia el océano. Este CO₂ una vez que es fijado por el fitoplancton es convertido en material orgánico. El objetivo del presente trabajo es presentar resultados sobre la cantidad de CO₂ fijado por la comunidad fitoplanctónica en diversos cruceros oceanográficos realizados en la región desde 2001. El CO₂ utilizado por el fitoplancton en la zona de Zihuatanejo a Manzanillo varió de 25 mg C m⁻² h⁻¹ a 158 mg C m⁻² h⁻¹, con un promedio de 76 mg C m⁻² h⁻¹. En 2005, los valores promedio estimados en la margen continental desde el Morro de Papanao, Guerrero hasta Mazatlán variaron de 93 mg C m⁻² h⁻¹ en agosto a 184 mg C m⁻² h⁻¹ en marzo. Los valores más altos en ambos cruceros fueron observados frente a Cabo Corrientes en marzo y en el Morro de Papanao en agosto. Durante el 2005 dentro del proyecto PROCOMEX se realizaron dos cruceros; en junio y noviembre en la parte oceánica desde Manzanillo hasta Mazatlán, los valores reportados fueron de 28 mg C m⁻² h⁻¹ a 108 mg C m⁻² h⁻¹ en noviembre y junio, respectivamente. Los altos valores de CO₂ fijados por el fitoplancton en los diferentes cruceros, están asociados con la disminución de temperatura cerca de la costa, lo que pudiera pensarse en eventos de surgencias, las cuales aportan nutrientes a la zona eufótica. Por tanto, en la medida en que el fitoplancton fije más CO₂ para convertirlo en carbono orgánico, mayor será el flujo de este gas de la atmósfera hacia el océano.

Sesión Especial

ENSEÑANZA EN GEOCIENCIAS

Organizador:
Héctor López Loera

SE07-1

VINCULACIÓN ENTRE LA INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DE LAS GEOCIENCIAS

Rodríguez Díaz Beatriz
Universidad Pedagógica Nacional
 ollin9@yahoo.com

Las actuales reformas curriculares de la educación básica a media superior están planteadas por competencias, pero ¿cómo vincular a las geociencias como la geología, hidrología, vulcanología, estratigrafía, mineralogía en dichas reformas? con el fin de lograr un vínculo entre la enseñanza e investigación.

Para encontrar respuestas es de importancia considerar que dichas competencias proponen en el área de geografía como prioridad desarrollar recursos didácticos para la integración de conceptos, habilidades y actitudes, para favorecer la comprensión de fenómenos del orden geográfico en la vida cotidiana propia, de la comunidad, la sociedad y el mundo, en el que se sitúa como sujeto social que toma y asume decisiones de manera responsable y contribuye al desarrollo de valores para la convivencia de la pluralidad.

Lo anterior nos lleva a considerar que la enseñanza de las geociencias debe retomar un enfoque multicultural en la que se estudien los elementos que le permitan realizar el análisis e interpretación de las características físicas del lugar como: hidrología, clima, dirección del viento, tipo de suelo, latitud, longitud, altitud, geología, presencia y calidad del agua; situación que coloca al individuo ante la posibilidad de conocer y participar de manera responsable en su contexto local, todo esto para un espacio y tiempo específico como factores de construcción para una cultura e identidad propias.

SE07-2

IMPORTANCIA DE CIENCIAS BÁSICAS EN LA CURRÍCULA DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Arellano Gil Javier y Aguilar Juárez Isabel Patricia
Facultad de Ingeniería, UNAM
 arellano@servidor.unam.mx

Los conocimientos en Ciencias Básicas que deben adquirir los estudiantes de licenciatura de las carreras en de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, particularmente con las diferentes asignaturas de matemáticas, les proporcionan herramientas y una estructura de pensamiento ágil que garantiza una sólida formación profesional, sin embargo, muchos estudiantes frecuentemente muestran poco interés al estudiar matemáticas ya que no ven aplicaciones prácticas en las clases o en los libros, por lo que para dar solución a este problema se está elaborando en la Facultad de Ingeniería, UNAM, de manera colegiada el libro de "Matemáticas Aplicadas a las Ciencias de la Tierra", en el que con teoría, ejercicios y casos prácticos los usuarios tendrán material bibliográfico actualizado y en español que les permita una formación integral, por lo que los egresados tendrán un mejor desarrollo profesional y podrán realizar trabajos de investigación que permitan generar nuevas tecnologías o mejores técnicas de evaluación y solución de problemas. Es muy importante presentar de manera clara y sencilla, pero también formal algunos temas muy importantes de matemáticas tales como la geometría, cálculo, ecuaciones diferenciales y probabilidad y estadística, con un enfoque didáctico que permite que el estudiante o el egresado se motive, a través de la presentación y resolución de ejemplos reales y casos de estudio de las áreas de Ingeniería en Ciencias de la Tierra; sobre todo que conozcan que las matemáticas tienen aplicaciones reales que permiten cuantificar una gran variedad de fenómenos geológicos o en otros casos conocer con gran precisión cuales son los volúmenes de recursos naturales que son susceptibles de explotarse con rendimiento económico.

La forma que hemos diseñado el libro antes mencionado, consiste en ofrecer explicaciones sencillas, apoyadas en diagramas, gráficas, ejemplos y casos prácticos que le permitirán al usuario conocer diferentes aplicaciones de las matemáticas a las geociencias tanto en los aspectos teóricos como en diferentes aplicaciones en proyectos de exploración o explotación de agua, hidrocarburos, minerales, etc.

Cuando un estudiante de Ingeniería en Ciencias de la Tierra adquiere una sólida formación en Ciencias Básicas, tiene como consecuencia un mejor aprovechamiento escolar y egresa más rápidamente, por lo que se puede incorporar rápidamente a la vida productiva en la industria o realizar estudios de posgrado con éxito.

SE07-3

TALLER DE CIENCIA PARA JÓVENES 2009 DEL CENTRO DE GEOCIENCIAS, "MOTIVANDO A LAS FUTURAS GENERACIONES DE INVESTIGADORES"

Gómez González Juan Martín, Nieto Samaniego Angel, Muñoz Torres María Carolina, Silva Corona J. Jesús y Alaniz Álvarez Susana
Centro de Geociencias, UNAM
 gomez@geociencias.unam.mx

Una de las grandes dificultades para los jóvenes del nivel medio superior, al tener que escoger su carrera profesional, es la limitada orientación vocacional

que han recibido. Muy probablemente dentro de las pocas opciones del joven no estén contempladas las áreas científicas. Ante este escenario la oferta de Talleres de Ciencia es una gran oportunidad para que los jóvenes estudiantes conozcan el mundo de la investigación y tengan más opciones al hacer su elección. Reportamos nuestra experiencia en el primer Taller de Ciencia para Jóvenes 2009, llevado a cabo en el Centro de Geociencias de la UNAM, del domingo 28 de junio al sábado 4 de julio. El proyecto retoma otras propuestas similares como la del CIMAT, en Guanajuato; INAOE, en Puebla; CICESE, en Ensenada. El taller aceptó 30 estudiantes y estuvo enfocado hacia los alumnos de cuarto semestre de preparatoria. Se buscó fomentar el interés por la investigación con base en 2 charlas introductorias, 8 cursos, 4 talleres técnico-lúdicos y 5 seminarios científicos, todos ellos con un formato bastante flexible y ameno. Además, los estudiantes realizaron pequeñas prácticas en algunos laboratorios de investigación, conocieron de cerca su dinámica de trabajo y los aportes que éstos tienen. También se realizó una salida de campo al Parque Nacional el Cimatario con un enfoque eco-biológico y geológico, allí tuvieron la oportunidad de realizar algunas actividades de reconocimiento y enterarse como es el trabajo de campo en Ciencias de la Tierra. En la propuesta participaron investigadores de diferentes instituciones, algunos de ellos de áreas diferentes a las de Ciencias de la Tierra. El Taller se llevó a cabo parcialmente en otras instituciones de la ciudad y se visitaron otros centros de investigación del Campus como el Instituto de Neurobiología y el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada. Esta variedad permitió a los estudiantes tener un espectro más amplio del tipo de investigación que se hace en México. En la presentación se describen con detalle las actividades, la filosofía, las dificultades y los resultados del mismo. Al final varios de los estudiantes manifestaron su interés de continuar sus estudios en una carrera científica, con ello se cumple uno de los objetivos del taller, despertar el interés de la investigación en las nuevas generaciones de estudiantes.

SE07-4

INSTITUCIONALIZAR LA ESCUELA DE VERANO EN GEOFÍSICA

González Guevara José Luis y Morales Hernández José Ignacio
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
 jose.gogu@gmail.com

En esta oportunidad se propone la idea de institucionalizar La Escuela de Verano en Geofísica y que se organizará todos los años en torno a un tema de actualidad científica y relevante en el área de las geociencias. Pudiendo, para los participantes, tener un gran valor no sólo porque reúnen a los expertos en esa materia, sino sobre todo porque logran animar a las nuevas generaciones de geofísicos para que se entreguen con entusiasmo en sus carreras de investigación y profesionales.

Esta Escuela de verano dará a conocer cuál es el estado actual de investigación en torno a un tema específico del área de la geofísica (métodos, software, interpretación, equipo, técnicas, etc), que es un campo que ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos años. Los asistentes no solo tendrán la oportunidad de convivir y aprender (como si estuviésemos en clase) sino tener una suficiente claridad a futuro para cierto tipo de investigaciones, además puede ser una gran oportunidad para motivar y "reclutar" estudiantes que tengan interés y puedan elegir con mayor firmeza un área de la geofísica.

Para finalizar destacamos tres ideas centrales de la propuesta:

- lograr una puesta al día en profundidad sobre un tema actual de gran interés Geofísico.
- compartir conocimientos con los mejores especialistas en Geofísica, en una cierta área.
- Fortalecer las relaciones entre estudiantes, investigadores y catedráticos de las diversas instituciones que trabajan en áreas de la geofísica, así como de los sectores paraestatales y privados.

SE07-5

PRIMERA OLIMPIADA EN CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA FACIMAR DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

Gaviño Rodríguez Juan¹, Galicia Pérez Marco Antonio¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Mimbela López Juan², Miranda Maciel Mirna María², Torres Orozco Ernesto², García Abdeslem Juan³ y Gómez Treviño Enrique³

¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

²Facultad de Ciencias Marinas, UCOL

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 jgavinho@gmail.com

Con el fin de interesar a la comunidad escolar media superior en el estado de Colima en temas relacionados con las ciencias de la tierra y también tratando de aumentar la matrícula en las carreras de oceanología e ingeniería marina en la FACIMAR, se organizó dentro de los eventos de la semana cultural la primera olimpiada en ciencias de la tierra en la Universidad de Colima, fueron invitados los 32 Bachilleratos de la Universidad y todas las instituciones de educación media superior del estado de Colima. Presentaron el examen 100 de los 120 alumnos inscritos inicialmente. La prueba consistió en 110 preguntas seleccionadas de un cuestionario de 500 (que se elaboró con los diferentes exámenes que desde 1998 se vienen

realizando en el CICESE y que están disponibles en la página web de la UGM), al que se tuvo acceso libre mediante el portal web de la FACIMAR. Se hace una reseña de las evaluaciones registradas y del evento en general.

SE07-6 CARTEL

PETROLOGÍA EN LA REGIÓN CENTRO - SUR DEL ESTADO DE PUEBLA

Flores Flores Alfredo, Reynoso Carvajal Melesio, Aquino Flores Judith, Rosales Iztetzí
Silvia, García Hernández Cristina, Estrada Policarpo Ruxahany y Martínez Ruiz Gerardo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
alfred_ff@hotmail.com

El estado de Puebla presenta una compleja y variada geología tanto regional como local gracias a los eventos geológicos que se han manifestado desde el periodo precámbrico hasta el reciente. Por tal motivo en la clase de Geología de Campo impartida por el Ing. Melesio Reynoso Carvajal catedrático de la Facultad de ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla como complemento de la materia nos llevo a recorrer el sur del estado de Puebla donde afloran los diferentes tipos de roca de las Formaciones Morelos calizas, Cuitzingo conglomerados y esquistos que son parte del Complejo Acatlán. Por que en campo es requerida una aguda imaginación e ingenio frente los afloramientos que se desarrolla solamente practicando; con el objetivo de levantar datos en el campo por estudiantes del Colegio de Ingeniería Geofísica de la BUAP para poder aplicar los conocimientos adquiridos en la materia de "Geología de Campo" , a si como también reconocer los diferentes eventos geológicos , que nos ayudad a entender la evolución de los estratos de los diferentes tipos de Roca, a si como también poder reconstruir la historia geológica del área de trabajo que se presente en la futura vida laboral; ya que toda esta información recabada en campo se puede representar de diferentes maneras como mapas-base, cartografía geológica, secciones transversales, perfiles, etc. Por lo que su aplicación va a depender del proyecto planteado ya sea exploración de agua, recursos minerales, petróleo, bancos de material, o de acuerdo a las necesidades del hombre.

Sesión Especial

ESTUDIOS MAGNETOTELÚRICOS: ESTRUCTURA CORTICAL, GEOTERMIA, GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:

Jorge Arzate Flores

Martín Unsworth

Claudia Arango Galván

José Manuel Romo Jones

Oscar Campos Enríquez

SE08-1

CRUSTAL STRUCTURE AND TECTONIC EVOLUTION OF A MAJOR TRANSCURRENT FAULT: THE CARBONERAS FAULT (EASTERN BETIC CORDILLERA, SPAIN)

Pedrerá Parias Antonio¹, Arzate Flores Jorge², Galindo Zaldivar Jesús¹, Ruiz Constan Ana¹, Marín Lechado C.³, Ruano Patricia¹, Buontempo Luiza⁴, Anahnah Farida¹, Stich Daniel¹, Morales José⁴ y Mancilla Flor de Lis⁴

¹Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, España

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto Geológico y Minero de España

⁴Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada, España

pedrer@ugr.es

We present an integrated geophysical survey developed in an important sector of the Eastern Betic Cordillera that is deformed by a major left-lateral transcurrent fault zone, the Carboneras Fault Zone (CFZ). The CFZ has been largely study since the seventies, however its present-day activity and the character of the crust that is located at both sides of the fault zone continue to be matters of controversy. The combination of structural data, seismicity data, seismic reflection sections and magnetotelluric (MT) results allow to constrain the deformation style of the upper crust. We have collected 15 new MT sites along a NW-SE line perpendicular to the regional geological strike using a Metronix ADU06 and covering a period band from 0.001 sec to 10 sec. The TM and TE modes were inverted using the 2D smooth inversion of Randy Mackie. The obtained results provide new insights regarding the recent deformation of this sector of the Cordillera, and lead to discuss the evolutionary models for the region and their integration in the different geodynamic scenarios proposed for the Upper Miocene and Quaternary development of the Betic Cordillera.

SE08-2

UNA ZONA DE ACRECIÓN TECTÓNICA EN BAJA CALIFORNIA IDENTIFICADA MEDIANTE DATOS MAGNETOTELÚRICOS

Pamplona Pérez Uriel, Romo Jones José Manuel y Delgado Argote Luis A.

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

upamplon@cicese.mx

En las zonas de compresión y con historia de subducción reciente, es común encontrar materiales que incrementan la conductividad eléctrica en la corteza. Por lo tanto, es de importancia el estudio geofísico en zonas con historial de evolución y acreción tectónica como la península de Baja California, ya que dichos estudios nos permiten comprender de mejor manera algunos eventos tectónicos ocurridos en la península. El método magnetotelúrico nos permite identificar anomalías de la resistividad eléctrica en el interior de la corteza las cuales pueden ser correlacionadas con dichos eventos tectónicos.

En este trabajo se presenta un modelo 2D de la distribución de la resistividad eléctrica para una porción de la corteza de Baja California, obtenido mediante datos magnetotelúricos. Dicho modelo se realizó con 20 sitios MT a lo largo de un transecto de ~ 60 km de longitud a través del Complejo Batolítico de Nuevo Rosarito, cerca del límite sur del Estado de Baja California. En esta zona no se tiene evidencia geológica clara en superficie de los eventos de acreción ocurridos durante la historia tectónica de la península. Para obtener el modelo de resistividad 2-D utilizamos impedancias invariantes Serie-Paralelo y una técnica de inversión regularizada. El modelo resultante de la inversión muestra una anomalía conductora que se profundiza hacia el Este la cual es interpretada como una zona de sutura entre dos terrenos que colisionaron durante un episodio de acreción en el Cretáceo. Por otro lado encontramos algunas anomalías con una elevada resistividad, éstas son asociadas a cuerpos graníticos que afloran parcialmente y que se extienden hasta profundidades mayores a 20 km.

SE08-3

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL VALLE DE AGUASCALIENTES A PARTIR DATOS MAGNETOTELÚRICOS

Arango Galván Claudia¹, Arzate Flores Jorge², Martínez Reyes Juventino², Escobedo Molina Jorge¹ y Pacheco Martínez Jesús³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes
claudiar@geofisica.unam.mx

El origen tectónico del valle de Aguascalientes ha sido tema de interés dada la complejidad de las estructuras que allí se presentan. Estudios recientes señalan que el valle posee un rasgo fisiográfico predominante de N10°E. Según los reportes generados, el origen de dicha estructura se asocia a la existencia de un graben, cuya fosa estructural está conformada de materiales aluviales de mediana consolidación, en su parte más superficial, y subyaciendo el paquete sedimentario se encuentra un basamento conformado por calizas cretácicas afectadas por un fallamiento de

tipo extensional que pudo haber dado origen al graben, y que probablemente controle la dirección de las fracturas observadas en superficie generadas por la sobreexplotación del acuífero.

En este contexto se realizó un estudio magnetotelúrico cuyos resultados confirman la información disponible además de aportar evidencias sobre la asimetría de la estructura así como la presencia de estructuras internas que tienen una repercusión importante sobre el régimen hidrogeológico y de subsidencia prevaleciente en el valle.

SE08-4

ESTUDIO AUDIO MAGNETOTELÚRICO APLICADO A HIDROGEOLOGÍA EN EL VALLE DE SANTO TOMÁS, ENSENADA B.C.

Islas Romo Ana Cristina y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

aislas@cicese.mx

En el valle de Santo Tomás, localizado 50 km al sureste de la ciudad de Ensenada, B. C., se encuentra ubicada una de las principales zonas vinícolas de la región, por lo que los recursos hidráulicos son de gran interés. En este lugar se realizó un estudio geofísico utilizando el método audio-magnetotelúrico (AMT) para determinar la conductividad eléctrica del subsuelo. Se realizaron alrededor de 80 estaciones distribuidas en tres perfiles con orientación N-S cruzando el valle de Santo Tomás en su parte más angosta. Los datos fueron colectados con el equipo Stratagem en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 KHz. Para determinar la profundidad al basamento y la profundidad al nivel freático construimos modelos de la resistividad del subsuelo en 2D mediante un algoritmo de inversión regularizada. Los resultados preliminares muestran una zona conductora que va de unos cuantos metros hasta una profundidad de 200 metros aproximadamente, esta unidad puede interpretarse como la zona del acuífero. En los primeros 20 metros de los modelos se aprecia una zona menos conductora (~1000 Ohm-m), la cual se asocia a la zona vadosa. Por último tenemos una unidad más resistiva correspondiente al basamento, el cual se estima a alrededor de 200 m de profundidad.

SE08-5

INVARIANTES MAGNETOTELÚRICOS PARA INTERPRETACIONES UNIDIMENSIONALES

Gómez Treviño Enrique, Esparza Hernández Francisco Javier y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

egomez@cicese.mx

Se propone la generalización de los modos clásicos TE y TM que se utilizan para modelar la respuesta magnetotelúrica de estructuras bidimensionales. La generalización se busca entre los invariantes de rotación del tensor de impedancias mediante una descomposición que se reduce en el caso bidimensional a los modos TE y TM. Uno de los invariantes, el TE-símil, representa un promedio espacial de la resistividad eléctrica del subsuelo, mientras el otro, el TM-símil, representa un promedio de la resistividad del subsuelo y del gradiente radial de la misma, de tal forma que ambos se reducen para el caso bidimensional a sus modos correspondientes. Se presentan aplicaciones a datos sintéticos y de campo que ilustran las ventajas de utilizar estos modos en lugar de los tradicionales TE y TM.

SE08-6 CARTEL

CARACTERIZACIÓN EN FRECUENCIA DEL AFE DEL EQUIPO AMT STRATAGEM EH4 DE GEOMETRICS

Brassee Ochoa Jesús María

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jbrassee@cicese.mx

La buena calidad en los datos de campo requiere entre otras cosas la calibración de los instrumentos de medición antes de su uso, en algunos casos la calibración es sencilla y/o automática, en otros es más compleja, como sucede con algunos de los instrumentos que registran digitalmente señales para su posterior procesamiento e interpretación que requirieren conocer la función de transferencia del sensor y del acondicionador de señales usado (filtrado, ganancias, etc.) para la corrección por efecto del sensor y del acondicionamiento.

En este trabajo, presentamos la implementación de un sistema formado por un generador de ruido aleatorio, filtros, una tarjeta de conversión analógico/digital, una computadora PC compatible y programas desarrollados, con el que obtenemos las respuestas en frecuencia en amplitud y fase del Analog Front End (AFE) que es la parte analógica contenida en una caja hermética de plástico donde se conectan los dipolos eléctricos y las bobinas para el acondicionamiento de las señales de los campos eléctricos y magnéticos del subsuelo para su registro en formato digital por la consola del equipo Audio Magneto-Telúrico (AMT) del Stratagem EH4 de Geometrics.

El propósito fundamental de este trabajo además de tener una buena caracterización en frecuencia del AFE para el control de la calidad de los datos de

campo que nos permita lograr mejores interpretaciones, es tener un conocimiento a detalle de la electrónica involucrada por esta parte del equipo para su mejor uso y/o posibles modificaciones tanto en hardware y/o software involucrado en la adquisición y procesamiento de datos.

Sesión Especial

EXPLORACIÓN SÍSMICA PETROLERA

Organizador:

Antonio Sandoval Silva

SE10-1

LA SISMOLOGÍA TRIDIMENSIONAL

Montaño Dorame Francisco
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.
 mfmontano@comesa.org.mx

Se describen todos los fundamentos y herramientas utilizadas para el diseño y ejecución de las diferentes modalidades de la Sismología Tridimensional. Desde los problemas planteados por el cliente, los diferentes modelos geológicos y la utilización de diferentes técnicas o herramientas para realizar el modelado de las soluciones y su ajuste a los problemas planteados.

Se describen posteriormente, las diversas técnicas de adquisición, dependiendo del medio en el que se lleva a cabo el trabajo, así como la calidad de la información a obtener.

Así, con estos elementos en mente, se plantean los detalles básicos de: la adquisición sísmica terrestre, sísmica transicional y sísmica marina. De igual manera, se plantean las diferencias, ventajas y descripción de la operación de la sísmica de alta resolución, terrestre y de fondo marino.

SE10-2

PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS

Flores Capetillo Ricardo
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.
 rflores@comesa.org.mx

Se hace referencia a los argumentos que muestran el porqué la sísmica y el procesamiento sísmico son considerados hoy en día, como las herramientas más importantes en cuanto a la aportación de información indirecta para la toma de decisiones en la Exploración y Producción petrolera.

Dado que el objetivo de esta tecnología es proporcionar una imagen bi-tridimensional, de la geometría del subsuelo, de su distribución, continuidad y comportamiento de las rocas, resulta muy importante la calidad y precisión del diseño, de la adquisición y por supuesto del procesamiento sísmico.

Debe reconocerse, que es una tarea especializada, demandante de conocimientos y de tecnología y que además, requiere de fuertes inversiones para hardware, software, instalaciones y de entrenamiento continuo y de alto nivel.

Sin embargo su valor en el proceso de exploración y producción es enorme, ya que precede a las grandes inversiones (La perforación y el desarrollo de los campos) y se enfoca a la disminución de la incertidumbre y los riesgos, ya que permite resaltar la información importante y eliminar los elementos indeseables.

SE10-3

MOVEOUT CUÁRTICO PARA MEDIOS ORTORÓMBICOS INCLINADOS

Pech Pérez Andrés
Instituto Politécnico Nacional
 andrespech@yahoo.com

Para la interpretación e inversión de tiempos de tránsito correspondientes a offsets largos, es necesario tomar en consideración la anisotropía del subsuelo. En este trabajo, se presenta una aproximación para el moveout cuártico que puede ser aplicada en medios ortorómbicos inclinados; cabe mencionar que en esta derivación sólo se utilizaron ondas P reflejadas. Esta aproximación se obtuvo para un medio ortorómbico inclinado ubicado sobre un semiespacio; en este caso, la superficie que representa la frontera entre el estrato y el semiespacio define un plano buzante. De la estructura de esta aproximación se puede establecer que el moveout nohiperbólico es gobernado por tres parámetros anisótropos, el ángulo de inclinación de uno de los ejes de simetría de un medio ortorómbico y el ángulo de buzamiento de la superficie que define la frontera entre el estrato y el semiespacio. La gran influencia que estos parámetros ejercen en la variación azimutal del moveout cuártico, nos sugiere que el moveout nohiperbólico detectado en levantamientos wide-azimuth puede ser usado para determinar el campo de velocidades.

SE10-4

REPRODUCIBILIDAD EN PROCESAMIENTO Y REPRESENTACIÓN DE DATOS SÍSMICOS

González Verdejo Oziel¹ y Chávez Pérez Sergio²
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto Mexicano del Petróleo
 oziel_gov@yahoo.com.mx

En la academia e industria petrolera mexicana existe un creciente interés por la reproducibilidad computacional en actividades de investigación y docencia afines al procesamiento y representación (migración, modelado, tomografía e inversión)

de datos sísmicos. Esta reproducibilidad implica la descripción y distribución de los elementos involucrados en un experimento numérico para que, de manera independiente, un investigador o profesional o estudiante de geociencias pueda repetirlo y comprobarlo. Dichos elementos son: 1) el artículo de investigación; 2) los datos empleados; 3) el experimento numérico; 4) los resultados del experimento; y 5) materiales auxiliares, como la plataforma de desarrollo. De ese modo, el usuario de una plataforma de cómputo reproducible tiene la posibilidad de realizar tres actividades importantes: estudiar y verificar los programas, generar de manera automática los resultados, y modificar los programas y/o parámetros originales. La práctica de la reproducibilidad está a nuestro alcance gracias a la disponibilidad de programas de código abierto especialmente diseñados para esta función. Las herramientas computacionales de código abierto representan un gran apoyo para investigar, educar y capacitar a estudiantes y profesionales, e incluso para la práctica profesional en geociencias. El investigador puede trabajar sin la necesidad de buscar apoyo económico para la compra de licencias de paquetes comerciales de altos precios, que pueden ascender a muchos miles de dólares. Asimismo, el beneficio se extiende a profesores y estudiantes, quienes pueden trabajar con herramientas a las que, por dicho costo, no podrían acceder con tanta facilidad. Así, estas herramientas satisfacen la mayoría de las necesidades básicas para investigación y desarrollo en procesamiento de datos sísmicos y representación sísmica, y se distribuyen con licencias que permiten su uso gratuito tanto para fines académicos como comerciales. La gratuidad resulta particularmente importante para instituciones nacionales de educación superior y de investigación y, ante el inminente incremento de la publicación en formato reproducible, han surgido lineamientos en torno al uso de los códigos que aseguran el crédito apropiado para los autores originales. En suma, la reproducibilidad representa beneficios académicos, técnicos y económicos. Disminuye la dependencia de licencias de programas comerciales para llevar a cabo investigación, posibilita el desarrollo y transferencia de tecnología, auxilia la administración y transmisión eficiente del conocimiento, facilita la detección de errores, promueve el desarrollo del conocimiento y aumenta el número de citas referenciales. En consecuencia, para evitar la dependencia de programas comerciales y el rezago tecnológico en materia de enseñanza, investigación, transferencia tecnológica e innovación en nuestra especialidad, ilustraremos el uso de herramientas de código abierto y tipo académico encaminadas a la investigación reproducible. Estamos convencidos que la reproducibilidad tiene que convertirse en una práctica, importante y necesaria, por lo que resulta primordial comenzar a educarnos al respecto. En este trabajo presentamos resultados de modelado sísmico, procesamiento y postprocesamiento sísmico obtenidos con plataformas de cómputo reproducible y datos sísmicos mexicanos.

SE10-5

LA SÍSMICA DE PÓZO Y ALREDEDOR DEL POZO

Álvarez Medina Jesús
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.
 jalvarez@comesa.org.mx

Durante la fase de interpretación es importante el empleo de herramientas de sísmica que se aplican en el pozo o alrededor de él, ya que resulta de suma importancia, en las etapas de la definición de las oportunidades de perforación exploratoria y las posteriores, identificar las formaciones, realizar predicción de velocidad/profundidad, la detección de fallas, realizar predicción del pozo por debajo de barrena, etc.

Existen herramientas como el Perfil Sísmico de Velocidades, VSP: la Tomografía sísmica y otras poderosas herramientas, que le permiten al intérprete utilizar al máximo sus datos sísmicos y del pozo.

Por otro lado, es conocido que el uso de herramientas multicomponente, proporciona datos sumamente valiosos para los intérpretes. Los VSP contienen datos de las ondas "P" y "S".

Por sus características mencionadas, estos registros, son también importantes y poderosas herramientas que auxilian en el desarrollo de campos petroleros.

SE10-6

NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA

Cuevas Rivera Fernando
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.
 fcuevas@comesa.org.mx

Dentro de las tecnologías de la industria petrolera, las que presentan el desarrollo más acelerado, son la tecnología asociada a la Sismología de Exploración, razón por la cual, la vigilancia y adopción oportuna de los avances que presentan estas tecnologías, es de vital importancia para mantenerse competitivos.

En este trabajo, se describen las tecnologías más avanzadas que operan en la industria petrolera de México, con especial énfasis de las que emplea Comesa, ya sea en etapa de prueba o ya en operación.

Se presentarán en especial las aplicaciones de multicomponente y los procesados especiales, señalando sus características teóricas y técnicas más importantes, así como los detalles operativos y experiencias logrados durante su aplicación en el campo.

SE10-7

**ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE HIDRATOS
DE GAS CON SISMOLOGÍA DE EXPLORACIÓN**Manzanilla Saavedra Bernal¹ y Chávez Pérez Sergio²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto Mexicano del Petróleo
bernal.manzanilla@gmail.com

La investigación y exploración de acumulaciones de hidratos de gas es un campo de gran interés dadas sus repercusiones ambientales y en la explotación de hidrocarburos. Adicionalmente, representan una alternativa ante la creciente escasez de fuentes de energía. El volumen de gas atrapado en los hidratos de gas representa una posible fuente de recursos energéticos con gran potencial productor. En este trabajo presentamos la aplicación de un modelo -desarrollado por Ian Lerche y Sheila Noeth- para inferir la relación de concentración de metano y un segundo gas conocido, dentro de una acumulación de hidratos de gas, a partir de datos sísmicos de exploración, que son la principal evidencia geofísica de estas acumulaciones. El modelo requiere de una sección sísmica en profundidad donde podamos inferir la presencia de hidratos de gas por reflectores atribuibles a una superficie superior de acumulación y al reflector simulador de fondo, una computadora de escritorio y un programa para realizar simulaciones de Monte Carlo. Tres ecuaciones sencillas constituyen la estructura del modelo, relacionando la presión y la temperatura estimada a profundidad de los reflectores, con la concentración de metano y el segundo gas como formadores de hidratos. La primera ecuación permite estimar las temperaturas en función de la profundidad a los reflectores, dado un valor de gradiente geotérmico. La segunda es una ecuación de equilibrio entre la fase de gas y agua y la de hidratos. La tercera relaciona la presión crítica de formación de hidratos de la mezcla de metano y otro gas a 0° C, con la media armónica de las presiones de formación de hidratos para ambos gases puros. La presión de formación de cada gas es ponderada por la fracción de cada gas en la mezcla. Definidos los valores de temperatura y presión a profundidad de los reflectores de interés, la presión crítica de formación de hidratos de la mezcla se obtiene de la ecuación de equilibrio de fases. Posteriormente, los valores de presión de formación de hidratos para la mezcla, el metano y el segundo gas, son utilizados para calcular las fracciones de ambos gases mediante la ecuación de la media armónica. El resultado son histogramas que describen la función de densidad de probabilidad para la concentración de metano. En una segunda etapa de cálculo, generamos los histogramas de frecuencia del equivalente energético estimado en volúmenes de gas natural licuado a partir de los resultados obtenidos para la fracción de metano. En una sección sísmica del Golfo de México, los histogramas de concentración de metano obtenidos indican que, de existir, los hidratos de gas presentarían concentraciones medias de metano de más del 90%.

Sesión Especial

**INSTRUMENTACIÓN: SEÑALES,
IMÁGENES, ANÁLISIS
ESPECTRAL Y NUEVAS TÉCNICAS
DE PROCESAMIENTO DE
DATOS GEOFÍSICOS, DESDE
CAMBIO CLIMÁTICO HASTA
ESTUDIOS AEROESPACIALES**

Organizadores:

Víctor Manuel Velasco Herrera
Jorge Pérez Peraza

SE12-1

EL CICLO SOLAR 24 Y LA BAJA ACTIVIDAD SOLAR

Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

En esta plática se dará a conocer una teoría que podría explicar la baja actividad solar que está ocurriendo actualmente en nuestra estrella.

Se mostrará que a partir de los datos observacionales galileanos de manchas solares, el Sol ha experimentado periodos de alta actividad solar como son el periodo cálido medieval que de acuerdo a diferentes investigaciones podría ser comparada o de mayor actividad que la actual y periodos de baja actividad solar.

Actualmente los diferentes estudios solares de varios centros de investigación están centrados principalmente en tratar de predecir el siguiente ciclo solar 24; sin embargo nuestros resultados muestran que esta baja actividad solar de los últimos 3 años podría ser el preámbulo del inicio de una nueva etapa de baja actividad solar que duraría varios ciclos solares.

Los resultados del análisis de las manchas solares son comparados con indicadores indirectos de la actividad solar como son los Isótopos Cosmogénicos los cuales permiten tener una idea de la actividad solar de los últimos 100,000 años. Esto permite comprender la actividad solar y sus implicaciones en los diferentes cuerpos celestes.

SE12-2

RECONSTRUCCIÓN DE MANCHAS SOLARES UTILIZANDO REDES NEURONALES

Sosa Flores Oscar¹, Baidyk Tatyana² y Velasco Herrera Víctor Manuel¹
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*
sofe@prodigy.net.mx

Se realiza una reconstrucción de la actividad utilizando redes neuronales. Como índice solar se utiliza el número de manchas solares anuales. En esta reconstrucción se muestra los resultados obtenidos por las redes neuronales y se comparan con los datos crudos.

SE12-3

LA PERIODICIDAD DE 1470 DE TEMPERATURAS SUPERFICIALES Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD SOLAR

Sosa Flores Oscar¹ y Velasco Herrera Víctor Manuel²
¹*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*
²*Instituto de Geofísica, UNAM*
sofe@prodigy.net.mx

Se analiza la posible relación entre la actividad solar y la periodicidad de 1470 años contenida en registros de temperatura. Para ello se llevo a cabo un análisis espectral de Wavelet y Wavelet de Coherencia. Se utilizan como indicadores de actividad solar registros de Berilio-10 y Carbono-14 y para la reconstrucción de temperaturas el isótopo 18 del oxígeno.

SE12-4

SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DEL CHICXULUB

Hernández López Liz Edith y Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
lizbasket@gmail.com

La estructura del cráter enterrado del Chicxulub fue reconocida inicialmente como un círculo con valores bajos de gravedad que se registra en el noroeste de Yucatán, cuyo centro se ubica en Chicxulub. Actualmente existe una controversia en cuanto a la estructura del Cráter. El objetivo de este trabajo es analizar los datos de Susceptibilidad Magnética por medio de la Transformada Wavelet, con la finalidad de identificar, en base a la firma espectral, la distribución de los materiales a lo largo de los núcleos.

Una de los aspectos más importantes que se ha logrado ver con este trabajo, es que la distribución de dichos materiales no es tan caótica como se pensaba.

SE12-5

ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS SUPERFICIALES TERRESTRES

Santiago Cruz Félix y Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
felix_csf@yahoo.com

Se estudia las variaciones de las temperaturas superficiales terrestres, por medio del análisis de waveletes, encontrando las potencias desde el año de 1850 hasta 2009 para las regiones del hemisferio norte, hemisferio sur y Global. Los resultados muestran que la potencia encontrada en los años de 1850 hasta 1919 son mayores que la potencia media, para los años de 1919 hasta 1996 las potencias son menores que la potencia media, y para los años de 1996 hasta 2009 las potencias son mayores que el valor de la potencia media.

SE12-6

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE HIELO EN LA ZONA DEL BÁLTIICO

Leal Silva María del Carmen
Análisis del índice de hielo de la zona del Báltico
cleals@hotmail.com

Se realiza el estudio wavelet del índice de hielo de la zona del Báltico de 1600 a 1900. Los resultados muestran un decremento en el índice de hielo en los periodos cálidos (alta actividad solar) y un incremento en los periodos de baja actividad solar.

SE12-7

LA NUEVA MINI ERA DEL HIELO DEL SIGLO XXI

Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

En esta plática se mostraran los resultados de las investigaciones de la influencia de la variabilidad solar y su influencia en el cambio climático. Se muestra que para los siguientes años se espera una nueva mini era del hielo que durara entre 40-80 años y las temperaturas podrían disminuir entre 0.5 a 2 grados.

SE12-8

ESTUDIO DEL ÁCIDO METANO SULFÚRICO Y SU RELACIÓN CON LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS TERRESTRES

Osorio Rosales Jaime Arturo y Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
jimmy_ssn@yahoo.com.mx

La actividad solar ha sido propuesta como uno de los principales factores de la variabilidad climática. Además otros tipos de procesos como los biológicos han sido propuestos como un factor importante en las variaciones climáticas de la Tierra a través del albedo nuboso. En el presente trabajo se uso el análisis wavelet para investigar la relación entre las concentraciones de Ácido Metano Sulfúrico (MSA), que es producto de las algas marinas y el Berilio-10, un isótopo que se forma en la atmósfera y es un proxy de los rayos cósmicos. También se realizo un análisis espectral entre el MSA y el flujo de radio de 10.7. Se encontró que los diversos análisis espectrales y de coherencia presentan diferentes periodicidades asociadas a la actividad solar, los cuales están ligados con las variaciones climáticas de la Tierra.

SE12-9

EXPLORACIÓN AEROESPACIAL EN 3-D

Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

En esta plática se hablará de las misiones a Marte, los 40 años de la llegada a la Luna, los 50 años del primer satélite artificial, de las misiones a los diferentes cuerpos celestes del sistema solar incluyendo nuestro planeta pero en 3-d. esto permitirá a los asistentes observar las imágenes como si estuvieran en la Luna, Marte, Fobos, etc. lo que permitirá tener otra imagen del cosmos.

SE12-10 CARTEL

DISEÑO DE MICROSIMULADORES DE VUELO

Velasco Herrera Graciela
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
graciela.velasco@ccadet.unam.mx

Desarrollo de microsistemas de vuelo que sirva de base para prácticas espaciales en 3D.

El problema general a resolver consiste en dotar a los instructores de vuelo de una herramienta de entrenamiento que sea útil en la formación y capacitación de los futuros pilotos de vuelo haciendo aportaciones innovadoras de simuladores individuales de escala pequeña, material frágil y bajo costo sobre los simuladores ya existentes. Un simulador de vuelo en 3D, permitirá a los pilotos en entrenamiento adquirir experiencia en la forma de respuesta de una aeronave y les facilitará el uso de los controles de vuelo de un avión real.

SE12-11 CARTEL

DESARROLLO DE MICROSISTEMAS DE VUELO

Velasco Herrera Graciela¹, Roldán Serrato Karen Lucero², Rodríguez Lozano Salvador¹,
Dominguez Antonio¹, García Urbina Fernando² y Velasco Herrera Víctor Manuel³

¹*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*

²*Facultad de Ingeniería, UNAM*

³*Instituto de Geofísica, UNAM*

graciela.velasco@ccadet.unam.mx

El problema general a resolver consiste en dotar a los instructores de vuelo de una herramienta de entrenamiento que sea útil en la formación y capacitación de los futuros pilotos de vuelo haciendo aportaciones innovadoras de simuladores individuales de escala pequeña, material frágil y bajo costo sobre los simuladores ya existentes. Un simulador de vuelo que reciba información en 2D lo convierta en 2D y los perciba en 3D, permitirá a los pilotos en entrenamiento adquirir experiencia en la forma de respuesta de una aeronave y les facilitará el uso de los controles de vuelo de un avión real.

SE12-12 CARTEL

CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL VALLE DE OAXACA, INFERIDO A TRAVÉS DE LA PERCEPCIÓN REMOTA

Villarreal Hernández Diana Rocío, Belmonte Jiménez Salvador I. y Ladrón de Guevara María
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN, Oaxaca
dianasmile_villarreal@hotmail.com

El hombre ha intervenido en las modificaciones de su entorno natural debido a las diversas actividades que ha realizado y que le han permitido tener ciertos satisfactores. Por otra parte, esta actividad ha originado la transformación de ecosistemas naturales provocando el deterioro del medio ambiente. Tal es el caso que algunas regiones como los valles centrales del estado de Oaxaca que enfrentan la disminución de zonas boscosas debido a la explotación inmoderada, la pérdida y cambio en el uso de suelo y la pérdida de cuerpos de agua, que han tenido como resultado la disminución en cantidad y calidad de la disponibilidad del agua subterránea.

El análisis del cambio de uso de suelo es un instrumento que nos permite evaluar los cambios de varios componentes que han ocurrido durante un determinado periodo de tiempo y la relación que existe entre ellos. En este trabajo, la utilización de la percepción remota, a través del procesamiento de imágenes permite la obtención de información de la superficie terrestre, dando de esta manera una mayor certidumbre en los datos obtenidos en el cambio de uso de suelo, para así detectar el grado de perturbación que se ha tenido.

Se presentan los avances que se llevan sobre el procesamiento de imágenes de satélite en al menos tres periodos diferentes, con diferentes métodos para evaluar los aspectos antropogénicos que han alterado el cambio del uso de suelo y la disponibilidad de agua en esta zona que es de importancia social, económica, turística.

Sesión Especial

INVESTIGACIONES RECIENTES DE GEOFÍSICA Y GEOLOGÍA EN MARES MEXICANOS

Organizadores:

Carlos A. Mortera Gutiérrez

William Bandy

Francois Michaud

SE13-1

SIGSBEE 12 - RESULTADOS PRELIMINARES DEL LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO DEL LECHO MARINO EN EL MARGEN ORIENTAL DEL BANCO DE CAMPECHE A BORDO DEL BO JUSTO SIERRA, 2009

Mortera Gutiérrez Carlos¹, Escobar Briones Elva², Bandy William¹, Ponce Núñez Francisco¹, Rufino Contreras Iván¹, Pérez Calderón Daniel¹, Pliego Silva José¹, Ortega Ramírez José A.³, Ortiz Zamora Glicinia⁴, Valle Hernández Sandra¹, Pérez González Elizabeth¹, De la Rosa Meneses Dulce G.¹ y Mejía Chávez Jazmin M.¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

³Laboratorio de Geofísica, INAH

⁴CISAC

cmortera@geofisica.unam.mx

Entre el 20 de junio y el 4 de julio del 2009, la campaña oceanográfica SIGSBEE 12 a bordo del BO JUSTO SIERRA de la UNAM llevo a cabo un levantamiento geofísico exploratorio del lecho marino en el borde oriental del Banco de Campeche. Este levantamiento del lecho marino se concentro en una cuenca, que tiene una forma de mordida de caballo producto del colapso del escarpe y del posible desgaste producido por las corrientes submarinas que entran al Golfo de México por el canal de Yucatán. El levantamiento se concentro en esta cuenca desde unos 1600 m hasta profundidades de 3500 m, entre 23N a 24N y 85.3W a 86.3W. Se obtuvieron 18 barridos laterales con direcciones E-W o W-E, otros 8 barridos con dirección N-S o S-N, y el resto de los barridos fueron siguiendo el borde de esta cuenca, con una distancia recorrida de aproximada de 1220 mn. A lo largo de estos barridos se obtuvieron registros continuos de (1) batimetría monohaz con la ecosonda Kongsberg EA600, (2) batimetría multihaz con la ecosonda Kongsberg EM300, y (3) perfiles sísmicos de muy alta resolución con la ecosonda de penetración Kongsberg TOPAS PS18. Los resultados preliminares de estos datos batimétricos muestran en rasgos estructurales generales que el lecho marino dentro de la cuenca está constituido por una gran planicie abisal, cubierta por finos sedimentos pelágicos y carbonatados, producto del colapso del escarpe que rodea la cuenca. El borde de la cuenca es un escarpe conformado por una pared vertical de más de 1,600 m. Los bordes de la cuenca están siendo cambiados por estos colapsos debido a los aportes turbulentos de la corriente oceánica que sale del canal de Yucatán, conformado por los macizos del Banco de Campeche y el extremo occidente de la Isla de Cuba. Los barridos de datos batimétricos multihaz evidencian numerosos bloques de grandes dimensiones de roca carbonatada que fueron depositadas al pie del escarpe. Los perfiles sísmicos muestran paquetes de sedimento laminares con una alta resolución hasta una penetración de 60 metros en la parte superior de los bordes de la cuenca, sin embargo en varias secciones las reflexiones no penetran el subsuelo, formando zonas blanqueadas que posiblemente sean el resultado a formación de aglomerados carbonatados. Esta cuenca carece de nombre, por lo que en este resumen proponemos nombrarla "Antonio Badán", en reconocimiento a este oceanógrafo mexicano que llevo a cabo los primeros estudios de oceanografía física en esta cuenca.

SE13-2

ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES DE REFLECTIVIDAD ACÚSTICA MULTIHAZ DEL PISO MARINO EN LA PROVINCIA DE LOS DOMOS SALINOS DE CAMPECHE, GOLFO DE MÉXICO

Ponce Núñez Francisco¹, Mortera Gutiérrez Carlos¹, Escobar Briones Elva² y Bandy William¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

ing.paco.ponce@gmail.com

Durante la campaña SO174-2 (octubre 26 a noviembre 13 de 2003) a bordo del RV SONNE se colectaron por vez primera datos de batimetría multihaz de alta resolución y reflectividad acústica (backscatter) del piso marino en el área norte de la provincia salino de los Domos de Campeche (21°15' N a 22° 10' N y 92°40' W a 93°35' W), con una ecosonda multihaz EM120 de Kongsberg. Los datos batimétricos fueron postprocesados para corregir errores sistemáticos de escora y generar un modelo digital de terreno de esta área. Se realizaron el mosaico de imágenes de intensidad de backscatter tomando como base el modelo batimétrico, lo que permite asignar una característica acústica en una pequeña porción del piso marino (50 m x 50m). El área norte de los Domos de Campeche presenta una profundidad entre 2500m y 3600m, está marcada por una morfología monticular. Los domos alcanzan una altura de hasta 600m; en la región norte son aislados y en la región sur se encuentran ligados entre ellos. En la porción éste del área de estudio, conocida como el Cañón de Campeche no se aprecian este tipo de estructuras. Las imágenes de intensidad acústica muestran un eco más intenso, permitiéndonos reconocer procesos sedimentarios que ocurren en la región. Se observa una mayor intensidad en la región del nadir, distorsionando la imagen con esta huella como un artefacto de la adquisición. Las imágenes muestran canales submarinos y aludes. En algunos domos se aprecia una región de mayor intensidad en la cima de la estructura, posiblemente producto de las evaporitas que afloran. En el domo conocido como "Chapopote" se observan zonas de alta intensidad en el flanco, posiblemente asociadas con mineralización de hidratos de gas y fracturas.

SE13-3

ESTRUCTURA DE LA CORTEZA EN LA ZONA MERIDIONAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Núñez Escribano Diana¹, Córdoba Barba Diego¹, Bartolomé Rafael² y Dañobeitia Canales Juan José²

¹Departamento de Geofísica, Universidad Complutense de Madrid, España

²Unidad de Tecnología Marina, Consejo Superior de investigaciones Científicas, España
dcordoba@fis.ucm.es

Durante la realización de la campaña geofísica CORTES-P96, en la primavera de 1996, se adquirió un extenso conjunto de datos de sísmica de reflexión multicanal, sísmica de refracción/reflexión de gran ángulo, gravimetría, magnetismo y datos de batimetría con sonda multihaz, con el objetivo de estudiar la estructura profunda de la corteza en el margen continental occidental de México. Como parte de este proyecto, en la zona sur del Golfo de California, se fundearon 6 OBS y se desplegaron 18 estaciones sísmicas portátiles en la Península de Baja California y en la parte continental de México, a lo largo de un perfil sísmico profundo de 260 km de longitud, línea 301, que transcurre en una dirección perpendicular a las cuencas de Carmen, Farallón y Pescadero.

Estudios posteriores al proyecto CORTES-P96, llevados a cabo por otros grupos de trabajo, han planteado objetivos complementarios en esa zona. En este trabajo se presentan nuevos resultados, basados en el procesamiento e interpretación reciente de los datos de la línea 301 y su comparación con los modelos corticales publicados por otros autores en la zona objeto de estudio. En el nuevo modelo de corteza se muestran los valores de las velocidades de propagación de las ondas P, según una dirección perpendicular al eje del Golfo de California, así como las variaciones de espesor, desde la Península hasta la parte continental de México. La Corteza tiene un espesor de 29 km bajo la Península de Baja California, de 24 km bajo México continental y un importante adelgazamiento de 10 km, en la parte central del Golfo de California. El análisis de velocidades de las ondas P en el Manto Superior indica valores medios de 7.9 km/s.

SE13-4

MÉTODO DE MUESTREO DEL METANO DISUELTO EN AGUA DE MAR Y COMPARACIÓN DE DATOS EN LA DEPRESIÓN DE WAGNER

Grijalva y Ortiz Nicolás¹, Mastache Román Edgar Agustín¹, Sagahón López Edgar Jesús¹, Sánchez Martínez Alejandra Ixchel¹ y Sánchez Rios Alejandra²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Universidad Autónoma de Baja California

ngrijalva@prodigy.net.mx

El presente describe las técnicas prácticas que actualmente se están utilizando en muestreos de metano disuelto en agua de mar en la UGC (Upper Gulf of California) desarrollándose en mares mexicanos.

En el mes de Julio del 2009, se continuó con la toma de muestras del agua de mar. La expedición tuvo lugar a bordo de la embarcación "El Mongol", que zarpó del puerto de San Felipe, Baja California. Se escogieron 3 puntos estratégicos para la obtención de muestras, que presentaron altas concentraciones de metano en estudios anteriores. El estudio se realizó con una Botella Niskin, a una profundidad de 15 metros para todas las tomas, en cada estación se recopilaron 5 muestras. Se monitorearon las fuentes de metano con una ecosonda.

Para evitar el deterioro de las muestras, se refrigeraron, de modo que se mantuvieran lo menos alteradas hasta llegar a los laboratorios donde serían analizadas. A la fecha las muestras son evaluadas, pero ya se han obtenido datos preliminares, que confirman la presencia de metano en el lugar, característica que ya se conocía. Los datos obtenidos de las observaciones actuales nos permitirán comparar las concentraciones realizadas hace unos años por N. Grijalva y C. S. Cox, respecto a la información reciente, tomando en cuenta las características geológicas de la región.

SE13-5

METANO DISUELTO EN AGUA DE MAR EN LA REGIÓN DE LA DEPRESIÓN DE WAGNER

Grijalva y Ortiz Nicolás, Mastache Román Edgar Agustín, Sagahón López Edgar Jesús y Sánchez Martínez Alejandra Ixchel

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

ngrijalva@prodigy.net.mx

Los primeros estudios relativos al metano disuelto en el área de la UGC (Golfo Superior de California) se llevaron a cabo en agosto de 1986 por Charles Cox y Nicolás Grijalva; debido a la relevancia del estudio, actualmente la BUAP junto con la Universidad de Santa Bárbara, California y la Universidad de San Diego, California decidieron dar continuidad al proyecto.

Las condiciones geológicas predominantes del área, determinan que el metano escapa a través de fallamientos subsecuentes a la Falla de San Andrés en el Alto

Golfo de California; los procesos que sigue el metano en las aguas del golfo, se dan por tres causas:

- 1) La evaporación en la superficie del océano.
- 2) Lateral, advección y difusión del Alto Golfo en las aguas de la mitad inferior y del Golfo.
- 3) La oxidación biológica

Las primeras observaciones se llevaron a cabo en buques de la Armada de México por N. Grijalva y C. S. Cox; en Julio del 2003 se realizó la segunda expedición a bordo del barco 05 BI Río Suchiate; la tercera expedición se realizó en la misma embarcación en abril del 2005, la cuarta se llevó a cabo a bordo del camaronero Getsemani, en el 2006. Recientemente, a bordo del Mongol, en Julio del 2009, se realizó un muestreo sistemático del agua de mar en la UGC. Las muestras fueron recolectadas con ayuda de la botella Niskin, a profundidades en un intervalo de 0 a 40 metros.

El análisis de laboratorio de las muestras de agua, tomadas en la superficie y a profundidad en las aguas del golfo, nos permite determinar las concentraciones de metano contenidas en el agua de mar (nmol/L). Dicho análisis se llevo a cabo en el laboratorio de D. Valentine en la Universidad de California en Santa Bárbara, por A. Sánchez.

Nuestras observaciones respecto a este estudio, nos permitirán conocer la concentración de metano que se presenta tanto en las fuentes como en las áreas circundantes; el total anual de metano evaporado de todo el UGC se estima en 5000 toneladas; de tal forma, que hasta la fecha se han encontrado un total de 14 eventos únicos de burbujas de ventilación, cubriendo menos de 36 km cuadrados del fondo marino.

SE13-6

COLLAPSE OF THE NORTHERN JALISCO CONTINENTAL SLOPE: SUBDUCTION EROSION OR E-W EXTENSION?

Bandy William¹, Mortera Gutiérrez Carlos¹, Ortiz Zamora Glicinia², Ortega Ramírez José A.³, Galindo Domínguez Roberto¹, Ponce Núñez Francisco¹, Pérez Calderón Daniel¹, Rufino Contreras Iván¹, Valle Hernández Sandra¹ y Pérez González Elizabeth¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²CISAC

³Laboratorio de Geofísica, INAH

bandy@geofisica.unam.mx

The Jalisco subduction zone exhibits several interesting characteristics. Among these is that convergence between the Rivera and North American plate is highly oblique, especially north of 20N, the obliquity progressively increasing to the NW. By analogy to other better studied subduction zones, this distribution of forces should produce a NW-SE extension in the overriding plate, especially north of 20N. This has led to the proposal that the trench perpendicular Bahía de Banderas is an expression of this extension [Kostoglodov and Bandy, JGR, vol. 100, 1995]. Quite puzzling, however, is the presence of NS oriented normal faults within the trench sediments at 20N [Michaud et al., C.R. Acad. Sci. Paris, 323, 1996] which, if active at present, would seem to indicate that E-W oriented extension is occurring in this same area. So the question is how can we have both E-W and NW-SE extension in the same area.

To investigate this question, multibeam bathymetric data and seafloor backscatter images, seismic reflection sub-bottom profiles and marine magnetic data were collected during the MORTIC08 campaign of the B.O. EL PUMA in March 2009. The bathymetric data provides for 100% coverage (20 to 200 meter spacing of the actual measured depth value depending on the water depth) of the continental slope and trench areas north of 20N. These data indicate that a marked change occurs in the morphology of the continental slope at 20N. To the north the slope consists of a broad, fairly flat plain lying between a steep lower inner trench slope to the west and a steep, concave seaward, escarpment to the east. In contrast, to the south the continental slope exhibits a more gradual deepening until the steep lower inner trench slope. A prominent submarine canyon deeply incises the continental slope between these two morphotectonic domains. This canyon may represent the boundary between two NW-SE diverging forearc blocks, consistent with the presence of oblique convergence. The broad, fairly flat plain can be explained by subsidence induced by subduction erosion (i.e. erosion of the base of the overriding plate underneath the continental slope area). However, neither oblique convergence nor subduction erosion can explain the presence of normal faulting within the trench sediments. We will present a titillating explanation for this faulting.

Sesión Especial

OCEANOGRAFÍA FÍSICA COSTERA

Organizadores:

María Adela Monreal Gómez

David Alberto Salas de León

David Salas Monreal

SE15-1

PATRÓN DE CORRIENTES Y SU EFECTO SOBRE LA MASA DE PLANCTON EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Salas Monreal David¹, Salas de León David Alberto², Monreal Gómez María Adela², Riverón Enzástiga Mayra Lorena² y Salas Pérez José de Jesús¹

¹Universidad Veracruzana

²Universidad Nacional Autónoma de México

davsalas@uv.mx

Datos de temperature y velocidad de la corriente en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) fueron medidos mediante un perfilador acústico doppler para ver el efecto batimétrico sobre las corrientes y su relación con la distribución y abundancia del plancton. Los datos muestran un sistema baroclinico con gradientes verticales de temperatura y salinidad de 4 C m-1 y 5 psu m-1, respectivamente. Durante un periodo de suradas (vientos provenientes del sur) se muestra la presencia de un giro ciclónico localizado frente a la desembocadura del río Jamapa, entre las dos zonas arrecifales. La rectificación de la corriente se debe a la presencia de un cabo (Antón Lizardo) y a la constricción batimétrica que generan los arrecifes coralinos de la zona norte del SAV. Sobre el giro ciclónico se obtuvieron bajas temperaturas y un incremento en la intensidad del backscatter que fue transformado a biovolúmenes. Esto sugiere un área de gran productividad pesquera.

SE15-2

MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE LA RÍA DE CELESTÚN, YUCATÁN, FASE I: VARIABLES OCEANOGRÁFICAS IMPLICADAS E IMPLEMENTACIÓN DE MODELO HIDRODINÁMICO SOBRE BATIMETRÍA IDEALIZADA

Torres Mota Rogelio¹, Salles Afonso de Almeida Paulo¹ y Mariño Tapia Isamei²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Laboratorio de Procesos Costeros y Oceanografía Física, CINVESTAV

rtorresm@iingen.unam.mx

Actualmente se está desarrollando en el Instituto de Ingeniería, UNAM, en conjunto con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Cinvestav, un proyecto de investigación científica que tiene por objetivo la evaluación del cambio climático en la Ría de Celestún, Yucatán. Lo anterior se realiza primeramente por medio del análisis de las variables ambientales implicadas, sobre las cuales puede ser medido el efecto del cambio climático: intensificación del oleaje, marea, viento, y corrientes. Una vez identificadas, se procede a realizar un análisis histórico que refleje las alteraciones buscadas, así como mediciones presentes para una caracterización actual del cuerpo de agua, por medio de muestreos con instrumentación y equipo insitu, divididos según se trate, en campañas de campo que comprendan las cuatro estaciones del año, en las cuales se incluye la topohidrografía. Una vez obtenidas las variables, se procede a la caracterización hidrológica y morfológica del cuerpo de agua, por medio de la implementación de un modelo numéricos hidrodinámico y uno morfodinámico, con simulaciones que comprendan la batimetría y topografía del cuerpo lagunar y su zona marina adyacente. Las simulaciones hidrodinámicas que se presentan corresponden a una primera aproximación con una batimetría de la Ría de Celestún basada en imágenes satelitales e inspección visual. Las principales aportaciones de este proyecto son: Cartas estadísticas climatológicas, caracterización actual y a futuro del cuerpo lagunar en términos hidro y morfodinámicos y sentar las bases para la implementación de una metodología que permita evaluar el riesgo de la zona costa ante los efectos del cambio climático.

SE15-3

MAREA INTERNA EN LA REGIÓN DEL UMBRAL SAN ESTEBAN, GOLFO DE CALIFORNIA

Filonov Anatoliy

Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

afilonov@prodigy.net.mx

Se discuten los resultados de un crucero de corta duración realizado en el lugar de los umbrales del Golfo de California para evaluar los parámetros de ondas internas de marea generadas en el Umbral San Esteban y probar una nueva tecnología y equipo diseñado para estas mediciones. A bordo del buque oceanográfico BIP XII del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de Guaymas, Sonora, fueron realizadas diferentes mediciones de ondas internas con: a) un CTD ondulante SBE-19plus; b) dos cadenas de sensores de temperatura y presión y un ADCP, remolcados una atrás de otra con un remolque del diseño especial; y c) un anclaje con 14 termógrafos HOB0, repartidos en diferentes profundidades. Se determinó que la marea barotrópica semidiurna en el lugar de umbral San Esteban genera un salto hidráulico y forma una onda de marea interna no lineal (la pendiente de su parte delantera es muy pronunciada). Esta onda se propaga hacia al norte, en la fase de reflujo, y hacia al sur, en la fase de flujo de marea barotrópica. La marea interna en el Golfo de California provoca variaciones significativas de temperatura y salinidad hasta 150 m de profundidad. Constantemente en su frente delantero esta onda es acompañada por un grupo de

8 a 10 solitones con amplitudes máximas mayores de 50 m, longitudes de 1250 a 1500 m y velocidades de fase de 1.2 a 1.4 m/s. Estos grupos de ondas no lineales cortas atrapan y dispersan la energía de la onda “materna”, y ocasionan turbulencia, mezcla vertical y horizontal, difusión y dispersión de nutrientes y de plancton.

SE15-4

ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS FLUJOS DE MAREA EN LA ENTRADA DE UNA BAHÍA SEMIÁRIDA

Dworak Robinson Juan¹ y Gómez Valdéz José²

¹Instituto Tecnológico de Guaymas

²División de Oceanología, CICESE

jdworakr@gmail.com

La Bahía de Guaymas, localizada en una región semiárida, es una cuenca pequeña comparada con la longitud de onda de la marea predominante. En esta ponencia, presentamos un estudio de los perfiles de las corrientes en la entrada de la bahía, donde estos fueron obtenidos usando un perfilador acústico Doppler (ADP) anclado al fondo por 144 días. Con técnicas de análisis armónico convencionales para las series de tiempo del ADP, así como para las series de tiempo de nivel del mar en dos puntos del interior de la bahía, sintetizamos exitosamente la información. Debido a la condición de cuenca pequeña, la cual fue rigurosamente probada, los principales movimientos mareales mostraron características de onda estacionaria. Las consecuencias de este hallazgo son varias, por ejemplo, el transporte de Stokes es nulo, entre otras. Resultados similares se han encontrado en otras lagunas costeras mexicanas. K1 y M2 fueron las corrientes de marea principales, alineadas con la topografía y con amplitud de ~ 8 cm s-1. Las que son relativamente débiles en comparación con velocidades mareales de otros cuerpos de agua del Golfo de California. La estructura de los perfiles verticales fue parabólica con un máximo a la mitad de la columna de agua. Los parámetros de las elipses de marea mostraron evidencia de haber sido modificadas por estratificación, lo cual fue corroborado al construir la evolución temporal de las componentes rotatorias ciclónicas y anticiclónicas. El perfil medio de las corrientes confirma reportes previos de circulación antiestuarina en este cuerpo de agua. Nuestro estudio aporta la evidencia de que ésta bahía se comporta como un antiestuario parcialmente mezclado.

SE15-5

TURBULENCIA ASOCIADA A LA DESCARGA DE AGUA DULCE EN LAS LAGUNAS DE SIAN KA'AN

Expósito Díaz Gilberto¹, Monreal Gómez María Adela²,

Valle Lévinson Arnoldo³ y Salas de León David Alberto²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

³Universidad de Florida, USA

gilbertoexpósito@yahoo.com.mx

Se estimó el coeficiente de viscosidad turbulenta vertical (Az), los esfuerzos de Reynolds y la producción de energía cinética turbulenta (P TKE), en un ojo de agua dulce ubicado en el fondo de la laguna Capechén en la reserva de Sian Ka'an, a partir de datos de corriente obtenidos con Perfiladores de Corriente Acústico Doppler (ADCP) RDI Sentinel de 1200 kHz. La componente dominante del esfuerzo de Reynolds es la norte-sur, con valores del orden de 10-3 m2 s-2. El mayor esfuerzo de Reynolds está relacionado a las fluctuaciones semidiurnas de la marea, presentándose cerca de la marea baja con un aumento del fondo hacia la superficie. La mayor tasa de P TKE se presenta a media agua, con un orden de magnitud de 10-4 Wm-3. Se observan núcleos de máxima P TKE asociados a las oscilaciones semidiurnas de la marea, próximos a bajamar, cuando la descarga en el ojo de agua es mayor. Al incrementarse la intensidad de la descarga el flujo se vuelve inestable, generando movimientos turbulentos mediante la transferencia de energía de los giros más grandes a otros más pequeños. El Az fue del orden de 10 m2 s-1 presentando un pico significativo en el fondo como resultado de la descarga de agua dulce y a la fricción con la capa límite del fondo.

SE15-6

DISINTEGRATION OF INTERNAL TIDAL WAVES ON A WIDE AND NARROW COASTAL SHELF IN MEXICO

Filonov Anatoliy¹, Ladah Lydia², Tereshchenko

Iryna¹, Monzon César Octavio¹ y Plata Rosas Luis³

¹Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

²División de Oceanología, CICESE

³Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

afilonov@prodigy.nrt.mx

The internal tide is generated on the shelf edge, propagates across the shelf and is fully destroyed along the way. The tidal internal wave on a gently sloping shelf usually has a first mode structure. An internal oscillating bore is formed as a result of

the balance between the nonlinearity of the wave and the dispersion of the internal wave velocity. The oscillations turn in time into a soliton train, and, as the water becomes shallower, the solitons are destroyed. In some regions of the Mexican coast, the shelf is narrow and steep, with the bottom slope close to the critical value for the internal tide. In this case the evolution and destruction of the internal tidal wave is expected to proceed faster, and the wave may have a different structure than the first mode. In this study, specific features of the internal tide for a gently sloping shelf (San Juanico Bay, Peninsula of Baja California) and a steep sloping shelf (Navidad Bay, Jalisco) are compared, using temperature and currents measurements from the Pacific Coast of Mexico. In both cases, the internal tide plays the basic role of transporting biogenic elements and generating turbulent mixing near to the coast.

SE15-7

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA GENERACIÓN DE ONDAS DE ARENA POR FACTORES GEOMÉTRICOS

Carbajal Pérez Noel

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
noelc@ipicyt.edu.mx

Las ondas de arena observadas en zonas costeras pueden ser interpretadas como un proceso de desestabilización a partir de un fondo marino plano sobre el cual tiene lugar un proceso oscilatorio como las mareas. Las ondas de arena han sido documentadas en regiones como el Mar del Norte, el Mar de Bohai y son observadas en imágenes satelitales del canal del Infiernillo en el Golfo de California. Las mediciones indican que las ondas de arena tienen longitudes de onda que varían aproximadamente entre 200 y 500 metros. Trabajos teóricos indican que un factor importante en la generación de ondas de arena es la variación vertical de las corrientes de marea. Aplicando un modelo bidimensional verticalmente integrado, en este trabajo se demuestra que la interacción de la onda de marea con la geometría del cuerpo de agua también genera perturbaciones que pueden ser identificadas como ondas de arena.

SE15-8

VARIABILIDAD DEL OLEAJE DE PERIODO LARGO EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Cervantes Audelo Irving G.^{1,2} y Ocampo Torres Francisco²¹Universidad del Mar

²División de Oceanología, CICESE
audelo@cicese.mx

El Golfo de Tehuantepec (GT) se encuentra ubicado en el Pacífico Tropical Mexicano entre los 15° y 16° de latitud norte y 93° y 96° de longitud oeste, esta zona está influenciada por oleaje de periodo largo originado por tormentas lejanas situadas a miles de kilómetros de distancia. En la región del GT se instalaron perfiladores acústicos a 20 m de profundidad en las estaciones Chipehua, Castillo y Espigón durante el periodo del 24 de febrero al 2 abril de 2005. El objetivo es estudiar la variabilidad temporal del oleaje largo generado por tormentas lejanas que se presentan en la región del GT y aplicando la teoría lineal se estiman la distancia entre los sitios de medición y la localización de las tormentas que generan el oleaje. A partir de una serie temporal de espectros de energía en función de la frecuencia obtenidos para cada una de las estaciones, se obtuvieron las frecuencias asociadas al pico del espectro correspondientes al oleaje generado por las tormentas registradas, a la ocurrencia en el tiempo de las frecuencias asociadas al pico del espectro se le ajustó una línea recta para obtener la distancia y el tiempo a la que se originó el oleaje generado por tormentas lejanas. Se registraron en el GT alturas significantes del oleaje que oscilan entre 0.3 m y 1.4 m con un valor promedio de 0.7 m. Se encuentra que el oleaje que llega a la costa del GT se origina en el hemisferio sur, principalmente en el Mar de Ross, frente a la costa de Chile y al sur y sureste de Nueva Zelanda.

Este trabajo forma parte del proyecto "Influencia de la Direccionalidad de las Olas Cortas en los Flujos Entre el Océano y la Atmósfera" (Investigación ciencia básica 62520, dirocIOA) y "Apoyo para la Investigación Nacionales para el Fortalecimiento de Actividades de Tutoría y Asesoría de Estudiantes de Nivel Licenciatura" (104793, CONACYT).

SE15-9

SERIES TEMPORALES DE PROPIEDADES TERMOHALINAS Y DINÁMICAS EN LA PLATAFORMA DE SINALOA: NOVIEMBRE DE 2007 A MAYO DE 2008

Gutiérrez Villanueva Manuel Othon¹, Castro Valdez Rubén¹,
Mascarehna Affonso² y Blanco Betancourt Rafael²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
muzmuller_18@hotmail.com

En este estudio se describen y analizan series temporales de un anclaje ubicado en la plataforma de Sinaloa [24.04°N-107.87°W] durante el periodo del 13 de

noviembre de 2007 al 22 de mayo de 2008. Se instalaron tres CTD a 50 m, 90 m y 130 m de profundidad, midiendo salinidad, temperatura (°C) y presión (db), con un tiempo de muestreo de 5 minutos (50 m y 90 m) y 15 minutos (130 m); además, se instaló un ADCP para medir las corrientes en la columna de agua, el cual se obtuvo para celdas a cada 4 m y con un tiempo de muestreo de 15 min. Para los tres niveles de profundidad, se presentó una mayor presencia del Agua Subtropical Subsuperficial y en menor medida, se detectaron aguas del Golfo de California. Por otro lado, Aguas de la Corriente de California y Tropical Superficial se observaron a profundidades menores a 100 m para los meses de febrero y marzo. Se aplicó un análisis espectral y armónico de las mareas a los datos del sensor de presión. Se encontró que las señales dominantes en la marea son la componente principal lunar semidiurna (M2) y la principal mixta diurna (K1). El máximo (mínimo) de salinidad ocurrió en noviembre (enero) en la capa de 50 m, con valores de 35.25 y 34.34 respectivamente. El flujo promedio en la columna de agua muestra que la mayor parte del tiempo predomina una corriente en dirección noroeste (hacia dentro del golfo), intensificándose su magnitud durante los meses de abril y mayo de 2008, cuyas máximas velocidades sobrepasaron los 0.6 ms⁻¹. La dirección del flujo mostró una orientación paralela a la plataforma de Sinaloa al igual que la componente de máxima variabilidad.

SE15-10

HIDROGRAFÍA Y CORRIENTES GEOSTRÓFICAS EN LA REGIÓN DEL CAÑÓN DE CAMPECHE

Monreal Gómez María Adela¹, Rosales Navarro
Ikebana Susana² y Salas de León David Alberto¹

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
monreal@cmarl.unam.mx

Datos de temperatura, conductividad y presión en la región del Cañón de Campeche, Golfo de México, fueron obtenidos en abril-mayo de 2001 y junio de 2002 a bordo del B/O Justo Sierra de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se calcularon la salinidad y la densidad relativa; se identificaron las masas de agua mediante diagramas T-S y se obtuvo el espesor de la capa de mezcla. Se calcularon las velocidades geostroficas y la topografía de la isoterma de los 15 °C. Los diagramas T-S muestran la existencia de tres masas de agua, Agua Subtropical Subsuperficial del Golfo de México (ASStsGM), Agua Común del Golfo (ACGM) y Agua Intermedia Antártica (AIA). La capa de mezcla fue de aproximadamente 45 m y la distribución vertical de los parámetros hidrográficos no mostró variación significativas después de los 300 m de profundidad. La circulación geostrofica presenta características anticiclónicas con agua cálida y de alta salinidad, con una rapidez de la velocidad superficial de aproximadamente 20 cm s⁻¹. El giro anticiclónico se observó en las dos épocas, centrado aproximadamente en 20° 54' N y 92° 45' W con un diámetro aproximado de 60 km. En la parte suroeste de la zona de estudio se observó una circulación de tipo ciclónica.

SE15-11

BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO, 2008, ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹, Gaviño
Rodríguez Juan², Galicia Pérez Marco Antonio², Pérez Lezama
Edgar Leonardo¹, García Morales Ricardo¹ y Obeso Huerta Hipolyto³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

³Instituto Tecnológico de La Paz
mniebla@ipn.mx

Con el objetivo de analizar la estructura termohalina en la Bahía de La Paz, B.C.S., se compararon datos de CTD obtenidos durante febrero, mayo, agosto y noviembre de 2008, a bordo de la embarcación CICIMAR XV. Esta Bahía es la mas grande de la costa este de Baja California y sus aguas son profundas en una parte importante de su extensión, presentando una alta complejidad oceanográfica de importancia biológica-pesquera.

Los resultados obtenidos durante otoño, invierno y primavera muestran que la estructura termohalina está determinada por dos masas de agua, Agua del Golfo de California [AGC] (S # 35.0 y T # 12°C) y Aguas Subsuperficial Subtropical [ASSt] (34.5 # S # 35.0 y 9 # T # 18 °C), con trazas de Agua Superficial Ecuatorial [ASE] (S < 35.0 y T # 18°C) durante otoño y primavera. En el verano se registraron tres masas de agua: ASE, AGC y ASSt, con una importante cantidad del ASE y una marcada disminución del AGC.

La superficie de la bahía se apreció mas fría (19.14°C) y mas salada (35.36) en febrero, mientras que la menor salinidad (35.10) se registró en noviembre y la mayor temperatura (28.85°C) en agosto de 2008. Por otra parte, las aguas con temperaturas mayores a 15°C presentaron una variabilidad considerable en sus propiedades termohalinas.

SE15-12

ASPECTOS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL MAR EN MANZANILLO, COLIMA

Torres Orozco Ernesto¹, Calva Chávez Miriam Alín¹,
Galicia Pérez Marco Antonio² y Gaviño Rodríguez Juan²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UCOL

²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
etorres@ucol.mx

Manzanillo, Col., se localiza en el Pacífico central mexicano. Está conformado por las bahías de Manzanillo y Santiago. En la primera es más profunda y en ella se desarrolla la actividad portuaria, la cual ha venido incrementando sus actividades de forma continua. Con el propósito de conocer las características térmicas de sus aguas, se realizaron mediciones con un CTD marca Sea-Bird modelo 19Plus. Los resultados muestran algunos contrastes verticales entre ambas bahías. La temperatura superficial muestra un intervalo de variación reducido. Por las características batimétricas de las bahías, solo en algunos sitios se observó la presencia de una termoclina bien desarrollada por debajo de los 20m de profundidad, asociada a un gradiente vertical de 0.8 °C/m, aproximadamente.

SE15-13

ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTACIÓN MARINA DE MEDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS EN RELACIÓN A LAS PROLIFERACIONES ALGALES NOCIVAS EN EL PACÍFICO MEXICANO

Galicia Pérez Marco Antonio¹, Gaviño Rodríguez Juan¹, Quijano Scheggia Sonia¹,
Olivos Ortiz Aramis¹, Garces Ester², Pelegrí Llopart José Luis² y Salat Jordi²

¹Universidad de Colima

²Instituto de Ciencias del Mar, España
galicia@ucol.mx

En la zona costera tiene lugar un complejo conjunto de interacciones entre el medio oceánico, los aportes de agua continentales, la atmósfera y la costa misma. Estas interacciones tienen carácter natural y antrópico. Los sistemas naturales, a parte de su valor intrínseco, proporcionan bienes y servicios que favorecen el desarrollo económico (industria, turismo, recursos) y casi la mitad de la población del mundo vive dentro de esta zona (40% de la población mundial). Las actividades humanas han cambiado los regímenes de nutrientes a las aguas costeras. La calidad del agua costera está siendo alterada por el incremento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y pueden acrecentar el desarrollo del proceso de eutrofización. En los últimos 20 años las concentraciones de nitrógeno y fósforo en el mar se han duplicado y se han asociado a enfermedades como el cólera y la ciguatera por el consumo de mariscos y peces contaminados por toxinas del fitoplancton. Las Proliferaciones de Algas son los mayores indicios de eutrofización y los podemos observar a nivel mundial como crecimientos masivos y Nocivos (PANs).

Recientemente, se utiliza una nueva generación de instrumentos para obtener las medidas continuas de las propiedades físicas, químicas, y biológicas en estaciones autónomas. Los sensores autónomos permiten observaciones multiparamétricas en escalas espacio-temporal adecuadas para mejorar el entendimiento y las predicciones de las PANs. Estas nuevas técnicas han permitido la realización de investigaciones con medidas varias en tiempo real que requieren a la vez monitoreos periódicos in situ de variables ambientales para calibrar las mediciones automatizadas.

En este proyecto proponemos:

1. el establecimiento de una boya oceanográfica de emisión remota para la determinación de la variabilidad temporal de la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto en una región característica del Pacífico mexicano tropical
2. la cuantificación de la variabilidad espacial de diversos parámetros químicos y biológicos, especialmente aquellos relacionados con la eutrofización costera y el desarrollo de PANs, mediante campañas trimestrales en la zona
3. el establecimiento de una base local de datos oceanográficos, optimizando el flujo de la información generada

Para reducir al mínimo dificultades económicas y logísticas, hemos escogido un ecosistema relativamente manejable como un sitio de prueba para poner en práctica un estudio integrado de dinámica PANs: la Bahía de Manzanillo, zona donde se ha puesto de manifiesto que la influencia de los aportes continentales de nutrientes en la zona costera y las PANs recurrentemente entre los meses de marzo y mayo.

El objetivo general del proyecto es dar los primeros pasos para el establecimiento de una estación costera de referencia en la región tropical del Pacífico mexicano, que comprenda (a) mediciones continuas de diversos parámetros en un punto, (b) campañas periódicas de calibración y realización de mediciones complementarias, y (c) el tratamiento y distribución de los datos obtenidos.

SE15-14 CARTEL

MORFOMETRÍA DE LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS SAN BARTOLO Y BUENOS AIRES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Villarreal Rodríguez Samuel¹, Miranda Avilés Raúl¹,
Nava Sánchez Enrique² y Godínez Orta Lucio²

¹Universidad de Guanajuato

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
samkbn06@yahoo.com

El área de estudio se localiza en la parte sur de la península de Baja California, por las características de aridez de la zona los escurrimientos son del tipo efímero y generalmente se presentan solo cuando existe la presencia de huracanes. Las cuencas San Bartolo y Buenos Aires son del tipo exorreico, vertiendo sus aguas al Bajo Golfo de California. Para el estudio de sus características morfométricas fueron considerados los parámetros de superficie, forma, relieve y red de drenaje. Los cuales se calcularon empleando el Sistema de información Geográfica ArcView 3.2, teniendo como cartografía básica las cartas topográficas del INEGI escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20m y la carta referente a la red hidrológica del INEGI escala 1:50,000. Con este sistema se generó el modelo digital de elevación creando un tamaño de píxel de 50x50 metros.

Ambas cuencas son pequeñas, presentando una forma oval-oblonga a rectangular-oblonga. Del análisis hipsométrico de las cuencas se encontró que ambas presentan una baja actividad, presentando un radio de relieve y pendiente media característica de relieves altos. El tiempo de concentración hidráulica fue estimado como intermedio. La cuenca del arroyo San Bartolo presenta un drenaje sub-dendrítico sobre granodiorita-tonalita, paralelo sobre conglomerado y areniscas, así como rectangular sobre rocas ígneas intrusivas y sedimentarias. Para la cuenca Buenos Aires se presenta un drenaje dendrítico sobre granodiorita-tonalita, rectangular y sub-rectangular sobre granodiorita-tonalita y paralelo sobre rocas sedimentarias, depósitos aluviales y granodiorita-tonalita. El orden de corriente y la densidad de drenaje nos indican que ambas cuencas se encuentran poco disectadas y por ende presentan una textura de drenaje gruesa, condiciones típicas de litologías resistentes a la erosión y a una tasa de precipitación baja, los valores presentes en la relación de bifurcación nos muestran una cuenca en donde las estructuras geológicas no distorsionan la red de drenaje.

A pesar de que la red de drenaje de ambas cuencas se encuentra poco desarrollada, las características de forma y de relieve alto en conjunto con las precipitaciones asociadas a huracanes favorecen la generación de flujos de alta energía, los cuales tienen un alto potencial erosivo.

SE15-15 CARTEL

ANÁLISIS DE LA VORTICIDAD EN EL CAÑÓN DE CAMPECHE, MÉXICO

Santiago Arce Tania

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
salas@mar.icmyl.unam.mx

Se calculó y analizó la componente vertical de la vorticidad en el Cañón de Campeche situado en el Golfo de México; a partir de una base de datos obtenidos de un perfilador Acústico Doppler (ADCP de 75 kHz) de la campaña oceanográfica PROMEBIO 4 del B/O Justo Sierra de la UNAM, llevada a cabo del 17 de abril al 1 de mayo de 2000. Mediante la aplicación de un análisis objetivo se obtuvo una malla homogénea de estaciones con una profundidad máxima aceptable de perfilado de 500 m. Los resultados muestran vorticidad positiva al suroeste de la región y negativa hacia el oeste con un orden de magnitud de 10-6 s-1. Por otro lado, la corriente al descender por el cañón presentó un salto hidráulico ondulante con valores de número de Froude menores de

SE15-16 CARTEL

CIRCULACIÓN CICLÓNICA EN LA BAHÍA DE LA PAZ, EN FEBRERO DE 2006

García Mirafuentes Sarai¹, Monreal Gómez María Adela² y Salas de León David Alberto²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
saraigm8@yahoo.com.mx

En la Bahía de la Paz se midió la temperatura, conductividad y presión en 45 estaciones hidrográficas en febrero de 2006. A partir de estos datos se identificaron tres masas de agua; el Agua del Golfo de California, Agua Ecuatorial Superficial y Agua Subtropical Subsuperficial. Los vientos dominantes fueron del noroeste con velocidades máximas de 7 m s-1, la termoclina se presentó alrededor de 50 m de profundidad. Además se calculó la velocidad geostrofica cuyo patrón de circulación muestra la presencia de un giro ciclónico en la región próxima a boca grande, con velocidades geostroficas de hasta de 55 cm s-1.

Sesión Especial

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LOS MARES MEXICANOS

Organizador:
Saúl Álvarez Borrego

SE17-1

BIOMASA Y PRODUCCIÓN DEL FITOPLANCTON EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Gaxiola Castro Gilberto¹, Cepeda Morales Jushiro¹, Nájeta Martínez Sila¹, Espinosa Carreón T. Leticia², De la Cruz Orozco Martín Efraín¹, Sosa Ávalos Ramón³, Aguirre Hernández Elsa¹ y Cantú Ontiveros Juan Pablo¹

¹División de Oceanología, CICESE

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

³Facultad de Ciencias Marinas, UCOL

ggaxiola@cicese.mx

Se presentan la clorofila-a y la producción del fitoplancton de la zona IMECOCAL obtenidos para el período 1998-2007. La clorofila-a integrada fue mayor durante primavera y verano de todos los años, con un promedio anómalo máximo de 150 mg m-2 en el invierno de 2002. A partir del 2003 y hasta el 2006 hubo una disminución en la biomasa del fitoplancton con valores integrados cercanos a 50 mg m-2 y anomalías negativas en relación a la media climatológica estacional, con la tendencia a incrementarse a partir del 2007. Aunque esta variabilidad temporal se presentó en toda la zona IMECOCAL, las concentraciones altas de clorofila-a integrada en 2002 fueron más evidentes hacia el sur. Con base a la clorofila-a se identificaron tres regiones características frente a Baja California, una eutrófica cercana a la costa (>1.0 mg m-3), otra mesotrófica (1.0 mg m-3-clorofila-a#0.5 mg m-3), y una tercera oceánica oligotrófica (#0.2 mg m-3). Si bien la tendencia general entre la clorofila-a y la producción primaria fue muy similar, esta última tuvo un comportamiento estacional diferente, con variabilidad alta y valores mayores (~200 mgC m-2 h-1) durante La Niña 1999-2000 y de intermedios a bajos (<50 mgC m-2 h-1) durante los períodos de biomasa alta del fitoplancton en La Niña 2002. Contrario a la biomasa del fitoplancton, otoño e invierno fueron las estaciones del año con tasas mayores de producción primaria, posiblemente asociadas al incremento del fitoplancton pequeño (nano-picofitoplancton) con eficiencia fotosintética mayor. El fitoplancton del ecosistema pelágico frente a Baja California respondió a procesos de gran escala como El Niño (1997-98; 2003), La Niña (1999; 2002) y al ingreso de agua de un gran volumen de agua subártica (2003-2006), con una señal más evidente en la biomasa que en la producción primaria. En particular, el efecto de La Niña (1999; 2002) en la clorofila-a fue muy diferente al generado por el transporte en exceso de agua del subártico (2003-2005), lo que indica mecanismos y efectos distintos sobre el ecosistema pelágico de la zona IMECOCAL.

SE17-2

PRODUCCIÓN PRIMARIA FITOPLANCTÓNICA EN LA REGIÓN SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA DURANTE JULIO DE 2008

Espinosa Carreón T. Leticia¹, Valdez Diarte Sania², Gaxiola Castro Gilberto³ y De la Cruz Orozco Martín Efraín³

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²Universidad de Occidente

³División de Oceanología, CICESE

leticiaesp@gmail.com; tespinosac@ipn.mx

El desarrollo industrial que ha tenido el hombre en los últimos siglos y más aún en las últimas décadas ha incrementado la concentración de CO₂ atmosférico y por ende el efecto invernadero, por lo que se vuelve necesario conocer el estado de captación de CO₂ en los mares mexicanos, el conocimiento de la producción primaria fitoplanctónica (PP) es un factor importante para conocer cómo el océano es considerado una fuente o un sumidero de CO₂. La PP, presenta variaciones espacio-temporales debido a diferentes procesos físicos, como surgencias, remolinos, frentes, forzamientos remotos, locales, e incluso la presencia de los eventos interanuales como El Niño y La Niña, por lo que el objetivo de este estudio fue conocer la relación entre la PP y su relación con algunos procesos físicos en la región sur de la Corriente de California (CC) durante julio de 2008. Este trabajo forma parte del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL). En julio de 2008 se realizó la campaña oceanográfica IM0708 a bordo del buque oceanográfico Francisco de Ulloa. La región IMECOCAL (sur de la CC) se localiza frente a la Península de Baja California entre los 24° y 32° de Latitud Norte y los 112° y 120° de Longitud Oeste. Se realizaron 12 experimentos in situ para estimar la tasa fotosintética así como 10 curvas fotosíntesis-irradiancia (P-E) por el método de 14C. En cada estación oceanográfica se realizó la determinación de clorofila (C_{lo-a}) a diferentes profundidades por el método fluorométrico. El registro de temperatura, salinidad y el oxígeno disuelto se realizó mediante un CTD SeaBird y un sensor de oxígeno acoplado al CTD. Mediante el paquete computacional Mathematical Laboratory (Matlab) se obtuvieron los mapas de distribución espacial de temperatura, salinidad, oxígeno y C_{lo-a}. De manera general en la región norte del área, se observaron surgencias costeras, caracterizadas por temperaturas de 11-14°C, baja salinidad, valores de oxígeno de 4.0 a 6.5 mg l-1, con valores de C_{lo-a} de 1-2 mgC_{lo-a} m-3 en los primeros 50 m, las bajas salinidades (33-33.6) sugieren la intrusión de agua de la CC. En la zona sur se presentaron altas temperaturas (20-22°C), altas salinidades (33.6-34) y bajas concentraciones de C_{lo-a} (0.4-0.8 mgC_{lo-a} m-3), a excepción de un remolino de baja temperatura con un alto valor de clorofila (3.2 mgC_{lo-a} m-3). De acuerdo a la distribución vertical de clorofila, ésta tiende a disminuir de costa a océano, presenta bajos valores en la zona norte y se

incrementa hacia el sur del área. El límite de la capa de mezcla (CM) se localizó dentro de la zona eufótica (Zeu), las células fitoplanctónicas en el nivel de 30% de irradiancia superficial están fotoaclimatadas a altas irradiancias. La PP integrada en la zona eufótica (P_{Peu}), fue menor a los 100 mgC m-2, las estaciones costeras fueron las más productivas con valores de P_{Peu} (75-90 mgC m-2), mientras que las estaciones oceánicas presentaron bajos valores (35-60 mgC m-2).

SE17-3

PRODUCCIÓN PRIMARIA DE LA ZONA COSTERA DEL PACÍFICO TROPICAL MEXICANO

Sosa Ávalos Ramón¹, Olivos Ortiz Aramis¹, Silva Iñiguez Lidia¹, Acosta Chamorro Verónica² y Gaxiola Castro Gilberto³

¹Universidad de Colima

²Instituto Oceanográfico del Pacífico, Secretaría de Marina

³División de Oceanología, CICESE

rsosa@uocol.mx

En 2004 y 2007-2008 se realizaron experimentos con el método de asimilación de carbono catorce en tres estaciones para determinar la producción primaria, concentración de clorofila (Chl a), temperatura y salinidad en las bahías de Manzanillo, Colima. Los muestreos en los dos periodos fueron cada dos meses. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue analizar la variación temporal de las variables mencionadas en los dos periodos de tiempo. La temperatura superficial en el 2004 fue menor en marzo y mayo; 27.3°C y 27.45°C, respectivamente, y más alta en septiembre con 31.05°C. La salinidad superficial fue mayor en mayo (34.22) y disminuyó en septiembre (33.1). Durante 2007-2008 las temperaturas fueron bajas, 21.6°C en febrero y 29.5°C en octubre, mientras que la salinidad fue menor en agosto (31.90) y mayor en febrero (34.33). La concentración menor de la clorofila integrada fue 38 mg m-2 y 25 mg m-2 en marzo y octubre de 2004 y 2007, respectivamente, mientras que los valores más altos de 147 mg m-2 y 120 mg m-2 se determinaron en mayo de 2004 y abril de 2008. Asimismo, la producción primaria (PP) presentó sus valores más bajos en diciembre de 2004 con ~4 mg C m-2 h-1 y 90 mg C m-2 h-1 en febrero de 2008, y la PP más alta fue estimada en 169 mg C m-2 h-1 y 404 mg C m-2 h-1 en mayo de 2004 y agosto de 2007, respectivamente. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas de las variables entre ambos periodos de tiempo. Los altos valores de Chl a integrada en la zona eufótica fueron observados en primavera en ambos periodos de tiempo, y la Chl a de mayo de 2004 estuvo asociada a un fuerte florecimiento algal que duró más de un mes. La alta PP de mayo de 2004 también ocurrió durante este florecimiento algal, sin embargo, la PP máxima de agosto de 2007 se presentó dos meses después a otro importante florecimiento de fitoplancton. Si bien la PP medida en junio durante este último florecimiento de 2007 fue alta (213 mg C m-2 h-1), es casi dos veces más baja que la estimada en agosto, posiblemente a diferencias en la concentración de nutrientes y a la comunidad fitoplanctónica, la cual estuvo dominada en los florecimientos algales por dinoflagelados, desapareciendo por completo en agosto.

SE17-4

PROCESOS OCEÁNICOS Y MECANISMOS DE PRODUCCIÓN BIOLÓGICA EN EL CAÑÓN DE CAMPECHE, SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Salas de León David Alberto¹, Monreal Gómez María Adela¹, Signoret Poillon Martha², Aldeco Ramírez Javier¹, Hernández Becerril David Uriel¹, Mojica Ramírez Erika³ y Ramírez Cruz Verónica³

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Universidad Autónoma Metropolitana

³Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

salas@mar.icmyl.unam.mx

Los remolinos y frentes creados por balance geostrofico entre corrientes que rotan en sentido contrario son procesos hidrodinámicos que concentran o diluyen plancton y material en suspensión. En el sur del Golfo de México este tipo de procesos incide en la producción biológica. Sobre la región del Cañón de Campeche en el sur del Golfo de México se ha observado un afloramiento en el talud continental, un giro anticiclónico, una corriente ciclónica frente a la plataforma continental y el frente térmico asociado a ellos que se presenta en la frontera común. La mayor abundancia de *Trichodesmium* spp. estuvo asociada al frente mostrando su influencia en la distribución de esta cianobacteria diazotrofa que llega a la región del Cañón de Campeche vía CTSW modificada. El fitoplancton asociado estuvo dominado por especies de diatomeas y dinoflagelados tropicales oceánicos, particularmente especies del género *Ceratium*. La distribución del zooplancton en la región esta condicionada por la forma del cañón y por el giro anticiclónico. Existen tres grupos que conservan características semejantes, condicionados por la forma del cañón y posición del giro. La mayor cantidad de la biomasa zooplanctónica se concentró por arriba de la termoclina, en la región sobre el eje del cañón y en zonas de interacción entre giros. Durante el paso de los nortes, debido a la presencia de los fuertes vientos, la concentración y distribución de la biomasa zooplanctónica se vio afectada mostrando un descenso en la concentración de la biomasa zooplanctónica. Al final de la temporada de nortes se observa un reestablecimiento del espesor de la columna de agua con un ascenso de la termoclina, haloclina y picnoclina, así como, una mayor concentración del zooplancton por arriba de la termoclina. La diversidad

de grupos de zooplancton en el Cañón de Campeche es considerable. Se encontró un número grande de grupos; el de los copépodos fue dominante y compone hasta el 50 % de la población, le siguen en abundancia, los quetognatos y los sifonóforos; el paso de los nortes afecta su número y solo en algunos grupos, como el de las apendicularias y tornarea el número de organismos fue completamente reducido, siendo estos los más afectados por el paso de los nortes.

SE17-5

PRODUCCIÓN FITOPLANCTÓNICA EN LA REGIÓN ADYACENTE A LA ENTRADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Lara Lara José Rubén y Álvarez Borrego Saúl
División de Oceanología, CICESE
rlara@cicese.mx

La región adyacente a la entrada del Golfo de California está situada en el área de transición entre aguas templadas y cálidas del Océano Pacífico oriental tropical frente a México, y por lo tanto presenta frentes térmicos y halinos. Los datos de productividad primaria derivados de incubaciones con ^{14}C (PP14C) para esta área son escasos y proveen únicamente estimaciones puntuales e instantáneas para algunas localidades con valores entre 0.45 gC m⁻² día⁻¹ (una estación ocupada en noviembre de 1968), 0.41 y 1.40 gC m⁻² día⁻¹ (dos estaciones ocupadas en enero de 1981), y 0.17 y 0.42 gC m⁻² día⁻¹ (dos estaciones ocupadas en enero de 1999). Recientemente se reportaron datos de PP14C y concentración de clorofila a (Cla) para la zona costera frente a Cabo Corrientes, con valores máximos de Cla superficial en mayo 2002 (>2mg m⁻³) y con un promedio de PP14C de 0.36 gC m⁻² d⁻¹. En esta zona los valores más altos de PP14C se registraron en junio 2003, con un promedio de 0.44 gC m⁻² d⁻¹, mientras que los valores más bajos se registraron en noviembre 2002, con un promedio de 0.20 gC m⁻² d⁻¹. Por medio de modelos semi-analíticos y valores de Cla y radiación fotosintéticamente activa de imágenes satelitales compuestas mensuales del sensor SeaWiFS (ChlSat y PARsat) se calculó la producción fitoplanctónica (PPmod) para la región frente a Cabo Corrientes, de mayo y noviembre 2002, y junio 2003. Los valores promedios de PPmod tuvieron una variación estacional en la zona costera (1.50 y 0.70 gC m⁻² d⁻¹ para mayo y junio, y 0.38 para noviembre) y fuera de la costa (0.55 y 0.41 gC m⁻² d⁻¹ para mayo y junio, y 0.31 para noviembre). Strictu sensu, no es apropiado comparar PPmod con PP14C, debido a las diferencias en las escalas de espacio y tiempo. Sin embargo, es interesante notar que los datos de PPmod son similares a los valores previamente reportados de PP14C para esta región. En general, podemos resumir que la región de Cabo Corrientes muestra cambios hidrográficos estacionales fuertes los cuales son reflejados en la biomasa del fitoplancton y en las tasas de producción primaria. Por medio de los datos in situ y satelitales, se identifican tres periodos: uno de surgencia intensa (invierno-primavera), el cual presenta tasas de producción y biomasa de fitoplancton relativamente altas; otro de relajamiento de la surgencia (finales de primavera-principios de verano), cuando se reportaron las tasas máximas de PP; y otro en otoño-verano, con una capa de mezcla profunda y una termoclina fuerte con valores mínimos de Cla y PP. Estos periodos ambientales fueron más evidentes en las estaciones costeras (<60 km de la costa). En general, la biomasa fitoplanctónica y las tasas de producción de las estaciones costeras presentaron valores hasta dos veces mayores que los de las estaciones en aguas oceánicas.

SE17-6

DISTRIBUCIÓN DE HIERRO DISUELTO EN LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Segovia Zavala José Antonio¹, Delgadillo Hinojosa Francisco¹, Lares Reyes María Lucila², Tovar Sánchez Antonio³ y Sañudo Wilhelmy Sergio Adolfo⁴

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

²División de Oceanología, CICESE

³Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, CSIC-Univ. Islas Baleares

⁴Department of Biological Sciences / Department of Earth Sciences, University of Southern California
jsegovia@uabc.mx

Se reportan los primeros datos de hierro disuelto (Fed) para los 600 m de la columna de agua en la región central del Golfo de California (GC), durante la primavera de 2003 y el verano de 2004. La distribución vertical de Fed en primavera presentó tres patrones: La región norteña con un perfil mixto, con concentraciones de Fed altas en la superficie (5.57 – 7.21 nM), en seguida disminuyen hacia el fondo (1 nM) y luego se incrementan con la profundidad (7nM). La región sureña presentó un perfil tipo nutriente con concentraciones bajas de Fed en la superficie (< 1.0 nM) y luego un aumento con la profundidad (4 nM). La región central (arriba del Umbral de San Esteban) presentó un perfil mezclado, con concentraciones bajas y homogéneas (0.07-0.59 nM) desde la superficie hasta aguas subsuperficiales (200 m), y después un incremento en el fondo (5.08 nM). Para el verano sólo se presentan perfiles mixtos con concentraciones más altas a nivel superficial (5.70 – 12.92 nM). Después del enriquecimiento, los perfiles tienen un comportamiento tipo nutriente, aumentando con la profundidad (~ 33 nM). En ambos periodos y en la región norte, el máximo superficial de Fed se explica por los aportes atmosféricos de Fe y por la advección superficial del agua del Golfo de California.

Las concentraciones bajas de Fed superficial y el incremento con la profundidad fueron asociadas a la biomasa fitoplanctónica y a la mineralización de la materia orgánica. Lo anterior sugiere que el Fed está asociado al proceso de fotosíntesis y la remineralización de la materia orgánica. En ambos muestreos se detectó la ZMO (400 – 600 m) con concentraciones altas de Fed (4.19 nM; primavera y 4.03 nM; verano).

Las condiciones ecológicas óptimas para el crecimiento de organismos fijadores de nitrógeno se encontraron en verano y se reflejaron en la relación N:P, el parámetro desnitrificante N*, la limitación de NO₃, la temperatura y la profundidad de la capa de mezcla. Un balance de masas del Fed en la región de estudio indicó que el 61 % de éste (11 ± 1.7 ton d⁻¹) fue aportado por la advección del AGCn, el 36 % (6.6 ± 2.6 ton d⁻¹) por la advección vertical del ASSSt, y un 3 % (0.45 ± 0.47 ton d⁻¹) por el aporte atmosférico. Las salidas del sistema fueron: la advección al sur del AGCs con un 34 % (6.2 ± 0.7 ton d⁻¹) y la remoción con el 66 % (11.8 ± 4.8 ton d⁻¹). Estos resultados sugieren que la remoción es un mecanismo importante para la biogeoquímica del Fe en la región de las grandes islas del GC. En conclusión los perfiles Fed en GC son generados por un complicado balance entre la entrada atmosférica superficial, advección de agua del norte con Fed enriquecido, la captación biológica, la remoción-remineralización de partículas in situ, el transporte y la mezcla vertical.

SE17-7

RESPUESTA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS A CAMBIOS ESTACIONALES DEL PERIODO FEBRERO-JULIO DE 2006 EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Nava Fernández Xinantecatl Antonio¹ y Machain Castillo María Luisa²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
xinantecatl@na85@yahoo.com.mx

Se analizó la respuesta de los foraminíferos planctónicos a la dinámica oceanográfica del Golfo de Tehuantepec, en el periodo comprendido del 04 de febrero al 08 de julio de 2006. Durante los meses de invierno y primavera, se presentan surgencias, que reducen la temperatura superficial (22° C) e incrementan la productividad en el área (3.66 mg/m³ de clorofila a, del 04 de febrero al 27 de mayo); mientras que, durante los meses de verano, la hidrografía es dominada por la presencia de aguas estratificadas, con altas temperaturas superficiales (29.5° C) y baja productividad (0.5 mg/m³ de clorofila a, del 28 de mayo al 08 de julio). Los resultados de los foraminíferos planctónicos recolectados mediante dos trampas de sedimento, colocadas al Noroeste del Golfo de Tehuantepec indican la presencia de tres especies, que contribuyen con el 80% de la abundancia relativa de la comunidad: Globigerina bulloides, Globorotalia menardii y Globigerinita glutinata. El análisis de factores sugiere la presencia de dos asociaciones: la asociación G. bulloides, que es representativa al final del invierno y mediados de primavera (04 de febrero al 27 de mayo), asociada a condiciones de surgencia, y la asociación G. menardii y G. glutinata, a finales de primavera e inicios de verano (28 de mayo al 08 de julio), asociada a la presencia de aguas estratificadas. La abundancia de foraminíferos fue alta (4684 individuos/l) del 04 de febrero al 29 de abril, como respuesta a las altas concentraciones superficiales de clorofila a (4.68 mg/m³); mientras que la productividad disminuye (2016 individuos/l) del 30 de abril al 08 de julio debido a la presencia de aguas estratificadas y con bajas concentraciones de clorofila a (0.63 mg/m³). Asimismo, el patrón de diversidad específica (baja a finales de invierno y mediados de primavera y alta a finales de primavera e inicios de verano), sugiere que los eventos de surgencia, generan condiciones de estrés ambiental, que ocasionan la baja de diversidad específica y cuando las surgencias no operan, las condiciones de calma y estratificación de la columna de agua permiten que la diversidad aumente.

SE17-8

PRODUCCIÓN FITOPLANCTÓNICA NUEVA Y ÓPALO BIOGÉNICO DEPOSITADO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA COMO HERRAMIENTAS PARA ESTIMAR EL INTERCAMBIO DE AGUA ENTRE EL PACÍFICO Y EL GOLFO

Álvarez Borrego Saúl
División de Oceanología, CICESE
alvarezb@cicese.mx

El Golfo de California gana calor a pesar de la evaporación. Se ha reportado que, para exportar este calor al Pacífico, agua superficial (0-200 m) más caliente y menos densa fluye del golfo hacia el Pacífico. Para compensar este flujo de agua, existe un flujo a profundidades intermedias (200-600 m) del Pacífico hacia el golfo. Los nutrientes (NO₃, PO₄, SiO₂), el CO₂ y los metales traza que se comportan como nutrientes aumentan con la profundidad, por lo que este intercambio de agua implica un aporte neto de estos materiales del Pacífico al golfo, y este es el mecanismo natural de fertilización más importante del golfo. En la literatura existe un rango muy amplio de valores de este intercambio de agua, estimados por métodos físicos, desde 0.45 Sv hasta 12 Sv. Utilizando la producción fitoplanctónica nueva promedio anual (PPnueva) para todo el golfo y el balance de nitrógeno en forma de nitratos como una herramienta independiente para estimar este intercambio, resultó un valor promedio de 0.74 Sv en cada capa. Sin embargo, otra herramienta biogeoquímica

independiente es el balance del silicio en el golfo. Con datos de la literatura se estimó la cantidad total de silicio que se deposita en promedio cada año en forma de ópalo biogénico en los sedimentos del golfo (7.66 megatons Si año⁻¹). El aporte por los ríos era despreciable aún antes de la primera presa (Hoover inaugurada en 1935) y se estimó en 0.55 megatons año⁻¹, sólo ~7% del que se deposita, y ahora es mucho menor, por lo que fundamentalmente el silicio depositado debe ser balanceado por el aporte del Pacífico al golfo, de una manera similar al balance del nitrógeno. El modelo de dos capas sobrestima grandemente el aporte neto de Si del Pacífico al golfo (21.8 megatons Si año⁻¹). Por lo anterior se utilizó un modelo de tres capas. Adicionalmente a las dos primeras se agregó una capa con agua saliendo del golfo al Pacífico en 600-1200 m. Se utilizó un sistema de tres ecuaciones lineales tomando como incógnitas los flujos en las tres capas (diferentes entre sí). Una ecuación es la que balancea el aporte neto de nitrógeno en forma de nitrato con la PPnueva, otra balancea el aporte neto de Si con el depósito de ópalo biogénico, y la tercera es la del balance de agua. Para aplicar la primera ecuación se hizo una revisión de la literatura sobre los parámetros utilizados para el cálculo de PPnueva y se encontró una sobrestimación de la misma en un ~20% por lo que se aplicó una corrección. El resultado fue un flujo promedio de 0.71 Sv en 0-200 m hacia fuera del golfo, un flujo de 0.99 Sv en 200-600 m hacia adentro, y un flujo de 0.28 Sv en 600-1200 m hacia fuera. Además, con estos flujos y datos de bióxido de carbono inorgánico disuelto se estimó que el golfo es una fuente de CO₂ hacia la atmósfera con un aporte anual promedio de 23.5 megatoneladas.

Sesión Especial

REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO EN LA EXPLORACIÓN PETROLERA

Organizador:
Enrique Coconi Morales

SE18-1

REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO EN LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA: CAMPO GEOTÉRMICO LOS HUMEROS POZO H-43

Lorenzo Pulido Cecilia Dolores, Ramírez Silva Germán Raúl y Rocha López Víctor Santiago
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE
 cecilia.lorenzo@cfe.gob.mx

Con la finalidad de evaluar la formación litológica durante la perforación de pozos en la exploración geotérmica la gran limitante para la toma de registros geofísicos son las altas temperaturas ($> 200^{\circ}\text{C}$). A pesar de ello se ha logrado la toma de registros los cuales son de gran aporte de información sobre la estructura del subsuelo (formación), propiedades físicas y el rendimiento de la energía geotérmica. En el Pozo H-43 localizado en la parte Norte del campo geotérmico de Los Humeros, Puebla, se corrieron registros geofísicos (rayos gamma, potencial espontáneo, resistivo, porosidad, neutrón), incluyendo el registro de micro imagen de pared del pozo (FMI), registro sonico dipolar y análisis de stereonet. En geotermia se busca a través del subsuelo las zonas permeables y/o zonas de aporte, en general los intervalos más importantes se observaron de 1 250 m a 1 550 m, y de 1 950 m a 2 200 m de profundidad, considerando posible la zona de aporte principal la más profunda, lo cual se confirmó con los registros de temperatura. La información analizada permitió identificar sistemas de fracturas en el pozo en las diferentes unidades litológicas y en las zonas de aporte. En especial el registro FMI permitió observar fracturas conductivas (abiertas), resistivas (cerradas), e inducidas, así como fallas. Las diferentes fracturas identificadas tienen un buzamiento entre 50° y 60° y en las zonas de falla $>80^{\circ}$. La dirección de rumbo preferencial en ambas es de N-S y NNE-SSW. En el análisis de fluidos después de la terminación del pozo mediante la utilización del software WELLSIM, se estimó un pH de 2-3 determinando que los fluidos del pozo H-43 es ácido. La interpretación de los registros de temperatura muestran que el pozo es de los más calientes en México con 395°C , esta temperatura supera el punto crítico del agua (374.15°C), el fluido se localiza termodinámicamente en la región supercrítica. La evaluación del pozo lo reporta como pozo productor con un potencial de 60 t/h, equivalentes a 4.6 MW.

SE18-2

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE RW Y M USANDO REGISTROS GEOFÍSICOS DE POROSIDAD Y RESISTIVIDAD

Coconi Morales Enrique¹ y Villa González Uwe²

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
 ecoconi@imp.mx

A partir de la obtención de ciertos parámetros petrofísicos de las rocas como son: porosidad, velocidad, densidad, resistividad o conductividad, adicional a la Rw y factor de cementación (m), es posible determinar u obtener su saturación de agua y/o aceite. Las propiedades petrofísicas son obtenidas a partir de los Registros Geofísicos de Pozos (RGP); sin embargo la obtención de Rw y m se puede calcular con diferentes metodologías.

En este trabajo se presenta una metodología que permite obtener tanto Rw como m a partir de de la elaboración de gráficas cruzadas (cross plots) de resistividad contra porosidad (obtenida con los diferentes registros de porosidad).

Esta metodología esta basada en la teoría de Archie y en la generación de dos tipos de gráficas: de Hingle y de Pickett. Estas gráficas se ven afectadas en todo momento por la presencia de arcilla y su presencia tiende a alterar los valores de saturación por lo que es necesario corregir por efecto de arcilla.

Dicha metodología se calibró con datos publicados por la Sociedad Canadiense de registros de pozos (CWLS) dando excelentes resultados. Se concluye que la metodología desarrollada muestra excelentes resultados y facilitan la obtención de Rw y m.

SE18-3

VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA ESTIMACIÓN DE PERMEABILIDAD EN EL CAMPO KU - MALOOB - ZAAP

Gutiérrez Guevara Marytère¹, Correa López María de Jesús²,
 Ríos López Jaime Javier² y Del Angel Morales Juan Gerardo¹

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Exploración y Producción, PEMEX
 mtgutier@imp.mx

La importancia de la correcta estimación de la permeabilidad es preponderante en la caracterización de un yacimiento, debido a que dicha propiedad dará una pauta para la simulación de la capacidad de movilidad de los fluidos saturantes y producción de los intervalos de interés.

Es importante recordar que el principio de medición de la resonancia magnética nuclear consiste en la interacción de lo núcleos de los átomos al entrar en contacto con un campo magnético. Las herramientas de resonancia están sintonizadas a medir la frecuencia de resonancia del hidrogeno, de tal forma que este generará

prácticamente la totalidad de las señales medibles, si a esto sumamos que el hidrogeno es abundante en el agua y los hidrocarburos saturantes de la formación, se puede asumir que la señal RMN será proporcional al índice de hidrogeno y en consecuencia a la porosidad de la formación.

La resonancia magnética nuclear es una herramienta útil para evaluación de permeabilidad a lo largo de una columna de interés, sin embargo, debido a que en ciertos casos dicha medición tiende a subestimar o sobrestimar la permeabilidad, se hace necesario desarrollar, optimizar y calibrar metodologías que permitan la correcta estimación de dicha propiedad, como es el caso de las redes neuronales artificiales (RNA), las cuales debido a su capacidad para interpretar secuencias de distribución aleatoria logran caracterizar, clasificar e interpretar propiedades petrofísicas aun en formaciones complejas; como es el caso de la permeabilidad en formaciones fracturadas (ej. el cretácico) en las cuales se tiende a subestimar o calcarenias (ej. el eoceno) en las cuales se sobrestima dicha propiedad.

El presente trabajo muestra los beneficios de la aplicación de redes neuronales artificiales basando el entrenamiento en metodologías alternas respecto a de herramientas de resonancia magnética nuclear de primera generación.

SE18-4

COMPARACIÓN DE ECHADOS DE UNA INDUCCIÓN TRIAXIAL CONTRA HERRAMIENTAS DE IMÁGENES

Mesa Cardenas Alexandra, Lujan Flores Violeta y García Quintero Janett
Schlumberger
 acardenas5@reynosa.oilfield.slb.com

Se realizó una comparación de echados realizada con la inversión de datos por parte de Inducción Triaxial y una interpretación manual de los echados por la herramienta de imágenes. El objeto de esto fue dar una alternativa al cliente para ahorrarse tiempo y dinero en perfiles así como tener los mismos beneficios que da la herramienta de Imágenes. La herramienta de Inducción Triaxial cuenta con un algoritmo de 1D (Wang et al., 2003; Barber et al., 2004) que determina la resistividad anisotrópica y echados. La matriz es sensible a la conductividad vertical y horizontal además de los límites de capas.

Los echados son resultado de la primera medida de rotación del tensor, dando el primer modelo inicial el cual es escogido basado en la conductividad aparente. Los resultados fueron realizados en una sección de arenas laminadas de bajas resistividades con ciertas asociaciones a fracturas y cambios caóticos de la formación, ambas herramientas obtuvieron resultados similares. Por ultimo la herramienta de Inducción Triaxial mostró confiabilidad en ambientes clásticos.

SE18-5

ANÁLISIS DE ESFUERZOS REGIONALES A PARTIR DE MEDICIONES ACÚSTICAS RADIALES EN EL SUR DE MÉXICO

Golindano Hamana Yacira¹, Salazar Bustamante Martín² y Cabrera Salavarría José Ramón¹

¹Schlumberger

²Pemex

yhamana@slb.com

La alineación espacial de los granos minerales, las capas, las fracturas o el esfuerzo hace que la velocidad de las ondas varíe con la dirección, propiedad que se conoce como Anisotropía. Todas las rocas exhiben cierto grado de anisotropía acústica relacionada con algún evento.

Conocer la anisotropía de la formación es importante para las etapas de perforación y completación en el pozo, abarcando el área de geofísica y petrofísica. Las mediciones sonicas dipolares permiten realizar este tipo de análisis y con el registro sonico de ultima tecnología " Sonico Scanner" podemos medir la magnitud de la anisotropía y definir su orientación.

En el sur de México la complejidad estructural es alta, los yacimientos de interés son fracturados por lo que la necesidad de un análisis acústico, que permita obtener información relevante durante la perforación del pozo y para el análisis del reservorio se hace imprescindible.

El presente trabajo muestra un análisis para el campo Pache, en base a mediciones acústicas radiales de pozos con nuevas técnicas que nos ayuden a establecer programas de perforación acorde a los esfuerzos del campo y utilizarlo para pozos futuros en el área.

SE18-6

COMPORTAMIENTO ANÓMALO DEL REGISTRO RAYOS GAMMA EN FORMACIONES ARENO-ARCILLOSAS

Marín García José Manuel, Alva Morales Gerardo Habacuc y Toledo Pineda Luis Raúl
Instituto Mexicano del Petróleo
 jmaring@imp.mx

En la región Sureste de México, en el estado de Tabasco, se presenta un campo en el cual el comportamiento del registro de rayos gamma (GR) no permite diferenciar correctamente las formaciones limpias de las arcillosas. Siendo el GR el registro más utilizado para correlacionar unidades litoestratigráficas después del registro de Potencial Espontáneo (SP), este comportamiento dificulta la correlación de las arenas en el campo y de ahí la importancia de entender el fenómeno.

Bajo las circunstancias de que actualmente ya no se toma SP, por el tipo de lodo con el que se perfora, y que el registro de rayos gamma espectral parece no mejorar la situación, el presente trabajo analiza posibles escenarios que desde el punto de vista petrofísico podrían explicar éste comportamiento anómalo. Se inicia recapitulando rápidamente el principio del registro de rayos gamma convencional y espectral a fin de analizar si efectivamente el registro espectral no proporciona información respecto a este fenómeno; posteriormente se establecen escenarios posibles que puedan explicar el comportamiento anómalo del registro y la metodología probable para discernir de manera definitiva las razones de esta peculiaridad.

Aunque no se busca presentar una solución final a la cuestión debido a la escasa información, se plantean escenarios posibles y la ruta de trabajo que se ha seguido en el estudio actual del campo, a fin de generar una propuesta de análisis que pueda servir como referencia o base de futuros estudios de este u otros campos.

SE18-7

RESPUESTA DE LOS PERFILES RADIALES Y SUS APLICACIONES EN RESERVORIOS MEXICANOS

Lujan Flores Violeta
Schlumberger
 vflores6@reynosa.oilfield.slb.com

Se realizaron en tres zonas de México análisis de perfiles radiales con el Sonico Scanner. En donde los resultados demostraron tener relación con la evaluación de reservorios y completación de los mismos. El propósito de este estudio fue enfatizar que el análisis de los perfiles radiales se puede conjugar con distintas disciplinas y así mejorar la evaluación del reservorio. Los tres estudios fueron realizados en ambiente clástico y carbonatado utilizando las graficas de dispersión así como los algoritmos de procesamiento. Los resultados indican tener danos radiales debido a la perforación, así como a ciertos esfuerzos en donde con esto podríamos orientar una diferente terminación de los pozos. Por ultimo el Sonico scanner nos permite integrar diferentes disciplinas y sobresalir entre las herramientas acústicas del mercado Petrolero.

SE18-8

ANÁLISIS MULTIFRACTAL EN LA CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTOS ARENO ARCILLOSOS

Ronquillo Jarillo Gerardo, Coconi Morales Enrique y Rivera Recillas David
Instituto Mexicano del Petróleo
 gronqui@imp.mx

Se presenta metodología de procesamiento y aplicación en caracterización de yacimientos areno arcillosos, con base en entendimiento geológico y firmas multifractales de propiedades petrofísicas. En la parte de procesamiento, consistió en la estimación de los coeficientes de Holder de las propiedades petrofísicas (porosidad efectividad, permeabilidad, porcentaje de arcilla, resistividad, velocidad de las ondas longitudinales etc.) de los Registros Geofísicos de Pozo (RGP), calibrados con mediciones de laboratorio. Así como su ajuste estadístico de los coeficientes de Holder. Para la aplicación se correlaciona la interpretación de los RGP con núcleos y litología, para obtener los posibles escenarios geológicos del yacimiento. Posteriormente se realiza una interpolación estadística tanto con Krigin ordinario como con secuenciales Gaussianas a las propiedades petrofísicas de los RGP. Así como los obtenidos de los análisis multifractales. En nuestro caso las interpolaciones o simulaciones que mejores resultados se obtuvieron fueron las secuenciales Gaussianas. Concluyendo que estos resultados son de gran ayuda en la caracterización estática como dinámica del yacimiento.

Sesión Especial

RETO EN LA EXPLORACIÓN GEOFÍSICA DENTRO DE LA CRISIS FINANCIERA

Organizador:
Roberto Ortega

SE19-1

**SISMÓGRAFO DE EXPLORACIÓN A BAJO COSTO: UNA
OPCIÓN PARA LA EXPLORACIÓN SÍSMICA EN MÉXICO**

Ortega Ruiz Mauricio y Carciumaru Dana
Orbis consultores en geología y geofísica
ortega_mauricio@hotmail.com

Ante la necesidad de construir un sismógrafo eficiente y con ingeniería actual, se diseñó un prototipo de un sismógrafo de bajo costo basado en el microcircuito ADS 1282 el cuál salió al mercado en Octubre del 2008 con la finalidad de realizar la adquisición A/D de un sismógrafo de exploración.

En este trabajo se propone este prototipo viable por su bajo costo, alta relación de señal/ruido, y sensibilidad.

El prototipo cuenta con dos módulos principales: fuente de poder, y tarjeta madre, y se conecta a una PC portátil por medio de un cable USB. Todos los elementos son adaptables y se han hecho pruebas para sustituir sismógrafos antiguos o bien como una excelente opción para sismógrafos de 12 o 24 canales.

Este trabajo es un ejemplo de ingeniería mexicana ante los retos de la crisis financiera en la exploración geofísica.

Sesión Especial

RETOS DE LAS REVISTAS CIENTÍFICAS EN MÉXICO

Organizadores:

Silvia Zueck González
Saúl Armendáriz Sánchez
Claudio Amescua García

SE20-1

TRABAJANDO EN DOS IDIOMAS

Zueck González Silvia
Instituto de Geofísica, UNAM
 silvia@geofisica.unam.mx

Actualmente se considera el inglés la lingua franca de la ciencia y el idioma en que la mayoría de la de las revistas científicas del mundo publican sus artículos; pero esto no significa que sea el primer idioma de la mayoría de los científicos del mundo que envía sus aportaciones a las citadas revistas. Esta situación nos lleva a que los editores de revistas científicas nos encontremos frecuentemente con manuscritos escritos por autores en donde el inglés es su segunda y a veces su tercera lengua. Rechazar estos escritos con la idea de que el idioma inglés no es de alta calidad pone en desventaja a un amplio gremio como el latinoamericano y podemos decir que hasta impide el avance de la ciencia.

Las estadísticas muestran que los países latinoamericanos contribuyen en una baja proporción comparada con las publicaciones producidas en los países desarrollados, aunque somos naturalmente los autores principales de las publicaciones producidas a nivel regional. Por ejemplo, las publicaciones científicas latinoamericanas, en particular las escritas en español y portugués, están subrepresentadas en los índices y bancos de datos internacionales producidos en los países desarrollados, y en tiempos recientes esta representación ha disminuido aún más debido a que se ha extendido la práctica de evaluar las revistas científicas específicamente por su 'factor de impacto' definido por el SCI en base a las citas recibidas al margen de otros indicadores de calidad. En este escrito se plantea la interrogante de si es la calidad gramatical del idioma un factor decisivo para definir si el artículo y/o la revista es de calidad.

SE20-2

**EL BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA
 MEXICANA: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO**

Camprubí Antoni
Instituto de Geología, UNAM
 camprubitag@gmail.com

A finales de 2005 se presentó el reto de continuar la publicación del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana con periodicidad semestral, para seguir siendo una revista de referencia para las Ciencias de la Tierra en México. Para ello, la inclusión del Boletín en el Índice de Conacyt en 2007 fue decisiva. Actualmente, el primer reto de futuro es la permanencia del Boletín en dicho índice, pero el "verdadero reto" consiste en garantizar una periodicidad estable mínima, aumentando la calidad y cantidad de artículos publicados. Sin embargo, el sometimiento espontáneo de artículos en 2005 era prácticamente nulo. Habiéndose identificado ésta como la principal deficiencia del Boletín, la mayoría de decisiones editoriales subsiguientes tuvieron como objetivo paliarla.

Se ha fomentado la publicación de artículos de la mayor diversidad temática posible, a través de números regulares y especiales. Así, entre los números 58-2 (2006) y 61-1 (2009), se han publicado 54 trabajos pertenecientes a más de 20 disciplinas y subdisciplinas diferentes en Ciencias de la Tierra. Se prevé que la cantidad de artículos publicados entre 2006 y 2009 duplique a los publicados entre 2000 y 2005 y quintuple a los publicados entre 1989 y 1996. Por otro lado, de un bienio a otro, la cantidad de autores de la UNAM que sometieron trabajos al Boletín se mantuvo constante, la de autores de otras instituciones mexicanas se duplicó, y la de autores del extranjero se sextuplicó, para casi el doble de autores en total. Es claro que la pertenencia del Boletín al Índice de Conacyt constituye un reclamo importante para contribuciones a partir de instituciones mexicanas, aunque ello es irrelevante para autores de otros países: si éstos buscan publicar en revistas del SCI, difícilmente el Boletín les resultará atractivo. Sin embargo, éste puede resultarles útil y amigable al garantizar un proceso de edición rápido y efectivo, la rápida publicación y libre disponibilidad en red de todos los trabajos, o la posibilidad de incluir figuras a color sin restricción. Además, la visibilidad del Boletín aumentó a partir de su inclusión en Geoscience e-Journals, y se integró recientemente a EBSCOhost y SCOPUS.

En 2005-2006 se obtuvieron 53 revisiones para el Boletín (86.8% de personal de la UNAM) y, en 2007-2008, 175 revisiones, con más del 50% de ellas procedentes del extranjero y la práctica paridad entre la UNAM y otras instituciones mexicanas. Así, se ha cancelado el peso excesivo en las revisiones de una institución, sin por ello disminuir la calidad de éstas: desde 2006 hasta Julio de 2009 se han sometido al Boletín 140 artículos, con 45 rechazos (32.1%), más del doble porcentual que durante 2004-2005 (en sentido absoluto, la cantidad de rechazos se ha octuplicado). Por otro lado, el tiempo promedio entre la recepción de un artículo y su dictamen final, incluyendo la revisión y corrección de los trabajos, es actualmente menos de un tercio que en 2005. Es decir, el proceso de edición científica es tres veces más eficiente a pesar del notable aumento en la cantidad de trabajos sometidos al Boletín.

SE20-3

**LAS REVISTAS CIENTÍFICAS DE CIENCIAS DE
 LA TIERRA EN MÉXICO: UNA COMPARACIÓN**

Armendáriz Sánchez Saúl
Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
 asaul@bcct.unam.mx

Se hace un análisis comparativo de las revistas científicas especializadas en ciencias de la tierra en México, comparando sus indicadores de impacto nacional e internacional, basándonos para ello en sistemas de administración del conocimiento como son el Science Citation Index de ISI, SCOPUS e ISIImago, el catálogo de revistas del CONACyT, entre otras, resaltando de cada título su aportación a la materia.

Así mismo, se muestra la relación entre las revistas por medio de los autores que en ellas publican y su aportación a la producción nacional e internacional de estas especialidades a nivel mundial.

Finalmente, se realizan una serie de propuestas para una mayor penetración y presencia en el ámbito académico internacional.

SE20-4

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS REVISTAS
 CIENTÍFICAS DE LA UNAM: UN PANORAMA GENERAL**

Castro Escamilla Minerva
Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
 minerva@bcct.unam.mx

Se presenta un análisis comparativo de las revistas científicas publicadas por la Universidad Nacional Autónoma de México, señalando en primera instancia sus principales características generales y su presencia en los índices y bases de datos nacionales e internacionales. Paso seguido se inicia un estudio de impacto a nivel internacional por medio de dos principales herramientas de evaluación de información como son los índices de citas del Institute Scientific of Information (ISI) y SCOPUS de la editorial Elsevier.

Así mismo, se inicia un proceso comparativo de publicaciones por tipo de contenido (arbitrado o no) que permita ofrecer una lista de publicaciones de impacto universitario tanto a nivel nacional como internacional.

SE20-5

**LA REVISTA ATMÓSFERA: PERSPECTIVAS
 Y METAS A MEDIANO Y LARGO PLAZO**

Amescua García Claudio y Castillo Sierra María Elena
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 claudio.amescua@atmosfera.unam.mx

Con base en el análisis de autores, instituciones de procedencia y temas publicados para los volúmenes 1 (1) 1988 a 22 (3) 2009 de la revista Atmósfera, se determinan diferentes patrones y tendencias de publicación. A partir de esta información se ubica a Atmósfera en el contexto nacional, regional y global y se establecen diferentes metas a mediano y largo plazo con el fin de aumentar su visibilidad e incrementar la demanda de autores reconocidos.

SE20-6

**LA REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS
 GEOLÓGICAS ANTES Y DESPUÉS DEL SCI**

Alaniz Álvarez Susana¹ y González León Carlos M.²
¹Centro de Geociencias, UNAM
²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
 alaniz@unam.mx

En el mundo académico, el número de artículos publicados en revistas del Science Citation Index (SCI) es un parámetro que se considera en las evaluaciones de los académicos. El SCI, elaborado por el Institute for Scientific Information, pretende ofrecer una lista de las revistas más importantes sobre ciencia y con mayor influencia en la investigación actual. Para medir la influencia se han capturado las referencias de los artículos incluidos en esas revistas. Uno de los factores que se analizan es el factor de impacto, el cual es una medida de cuanto se cita un artículo promedio de una revista en el corto plazo. El gran éxito que ha tenido el SCI, junto con la distribución por internet de las revistas científicas, han aumentado el factor de impacto de las revistas considerablemente. Al citarse cada vez más los artículos se ha incrementado la tasa de crecimiento del conocimiento científico ya que se ha aprovechado cada vez más eficientemente el conocimiento previo. La Revista Mexicana de Ciencias Geológicas fue incluida en el SCI en agosto del 2004, y en ese año ya todos los artículos de la revista estaban en acceso libre por Internet. En estos cinco años su factor de impacto subió de 0.01 en 2004 a 1.22 en el 2009 y el

acceso que ha tenido por internet ha crecido cinco veces, de 5,000 visitas mensuales en 2005 a cerca de 20,000 a fines del 2008. La proporción de 55% de artículos en inglés contra 45% en español no ha cambiado con el tiempo. De los diez manuscritos más citados, 5 están en español y los otros 5 en inglés, en todos ellos se ofrecen datos fundamentales de la geología mexicana. Los 15 artículos más descargados están en español y tratan sobre geología aplicada principalmente. La cantidad de manuscritos que recibimos ha crecido al doble, aunque el índice de rechazo se ha mantenido en 40% aproximadamente. Para el 2006, el 80% de los artículos había sido citado y para el 2008 únicamente el 60%. El porcentaje de autores mexicanos que publican en la RMCG alcanza el 60%, le siguen los norteamericanos con 14%, alemanes con 8%, rusos con 4% y argentinos con 3%.

Hay varios factores que han propiciado el aumento de lectores y de autores de la RMCG: (1) está en acceso libre, (2) tiene un factor de impacto alto, (3) el cobro por publicar es mínimo, (4) está indexada y (5) el tiempo de manejo editorial es corto. Se ha proclamado que las revistas de acceso libre permiten el mayor desarrollo educativo, académico, económico y social de los países en vías de desarrollo, creemos que el ejemplo de la RMCG, así como de otras revistas de geociencias nacionales, ya lo han demostrado; aunque todavía hay mucho por publicar para que sea evidente.

Sesión Especial

RIESGOS COSTEROS

Organizadores:

Enrique H. Nava Sánchez

Rubén Morales Pérez

SE21-1

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS COSTAS MEXICANAS

Nava Sánchez Enrique¹, Martínez Flores Guillermo¹, Murillo Jiménez Janette¹, Godínez Orta Lucio¹ y Morales Pérez Rubén²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
enava@ipn.mx

Las costas mexicanas, presentan una alta variabilidad de formas y procesos, por lo que están expuestas a una diversidad de tipos y niveles de impacto de peligros geológicos. Los ciclones tropicales representan los peligros más devastadores sobre las costas mexicanas, seguidos de los sismos y tsunamis. Los gobiernos de las localidades ubicadas en la trayectoria de los ciclones han aplicado medidas de prevención de desastres y con respecto a riesgo sísmico se cuenta con una regionalización del territorio Mexicano, sin embargo otros peligros naturales costeros no han sido evaluados, a pesar de que algunos han causado grandes daños. El presente trabajo muestra los resultados del análisis de peligros geológicos costeros asociados al calentamiento global tal como el asenso del nivel del mar, así como el incremento de energía de algunos procesos costeros.

Para llevar a cabo la evaluación de los peligros geológicos costeros, se consideró como base de análisis la regionalización de las costas mexicanas propuesta por Nava et al. (en proceso), basada en las características geomorfológicas, climáticas, geológicas, tectónicas y oceanográficas. También se consideraron algunos factores antropogénicos tales como construcciones civiles a lo largo de la línea de costa, uso del suelo y modificaciones al sistema fluvial. Los peligros geológicos asociados al ascenso del nivel del mar e incremento en energía de algunos procesos costeros que fueron analizados son: (a) inundación marina, (b) erosión de playas por oleaje, y (c) inundación fluvial. Se concluye que las regiones Chiapaneca y Tabasqueña son altamente vulnerables al ascenso del nivel del mar ya que presentan tierras bajas amplias, afectación por lluvias intensas, mareas de tormenta y presentan densidades altas de población. Las regiones Tamaulipeca, Yucateca y del Caribe, con un grado de vulnerabilidad medio, presentan zonas bajas, producción baja de sedimentos, están localizadas en el paso de ciclones y densidad alta de población. Las regiones con vulnerabilidad moderadamente baja son la Planicie Costera del Golfo de California y Veracruzana, con áreas bajas, sistemas lagunares y deltáicos importantes, moderadamente afectadas por ciclones y tormentas y presentan ríos afectados por actividad antropogénica. Las regiones con vulnerabilidad baja y escasas áreas sujetas a amenazas importantes, son la Pacífica de Baja California y Pacífica del Suroeste, con sistemas lagunares y deltáicos de extensión reducida. La región con vulnerabilidad muy baja es la Costa del Golfo de Baja California, con zonas muy escasas y reducidas amenazadas por el asenso del nivel del mar.

SE21-2

AGITACIÓN POR OLEAJE EN EL PUERTO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. MEDIDAS DE ATENUACIÓN

Ortiz Figueroa Modesto
División de Oceanología, CICESE
ortizf@cicese.mx

En este trabajo se analiza el problema de agitación por oleaje en el Puerto de Ensenada, Baja California, México, y se proponen medidas de atenuación que a su vez se analizan mediante la simulación del oleaje en el puerto con un modelo numérico de propagación de olas para oleaje proveniente tanto del noroeste como del suroeste. Las medidas de atenuación que se proponen son: La prolongación de la escollera principal con una escollera impermeable o la prolongación de la escollera principal con una escollera permeable de con 70% de impedancia en la altura del oleaje que se trasmite.

SE21-3

AMENAZA POR TSUNAMIS LEJANOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MÉXICO

Farreras Sanz Salvador¹, Ortiz Figueroa Modesto¹, González Navarro Juan Ignacio¹ y González González Rodrigo²

¹División de Oceanología, CICESE

²Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora
sfarrera@cicese.mx

Históricamente, los tsunamis de origen lejano no han causado pérdida de vidas ni daños materiales en la costa occidental de México. En estas costas se registraron olas de tsunami de hasta 2.5 metros de altura originadas por los últimos dos grandes tsunamis en el Océano Pacífico, el de Chile de 1960 y el de Alaska de 1964. Debido a la ubicación geográfica relativa entre México y el origen de ambos tsunamis, las olas de mayor altura de ambos tsunamis se dirigieron hacia otras regiones del Océano Pacífico. Sin embargo, tanto el gran tsunami de Sumatra de diciembre del 2004, como la historia de los grandes tsunamis en el Océano Pacífico, evidencian la posibilidad de que ocurran tsunamis potencialmente destructivos para

la costa occidental de México originados en otras regiones del Cinturón de Fuego del Pacífico. En este trabajo se analizan mediante simulación numérica estos tsunamis potenciales y su posible impacto.

SE21-4

PERCEPCIÓN DEL RIESGO DE TSUNAMI EN LA CALMA SÍSMICA DE GUERRERO Y COSTA DE OAXACA, MÉXICO

Lagos López Marcelo¹, Ramírez Herrera María Teresa²,
Rangel Velarde Violeta² y Mejías Mac-Lean María José¹

¹Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
mlagoslo@uc.cl

El desastre producido por el tsunami que afectó las costas del Océano Índico en 2004, produjo una reflexión global acerca de si realmente estamos preparados ante la amenaza de tsunami. Este destructor evento nos enseñó dos cosas: I. El elevado costo que significa desconocer y subestimar el pasado de territorios que han sido afectados por terremotos y tsunamis de gran magnitud, y II. Que en zonas de subducción, la potencial exposición a futuros grandes eventos es permanente.

Particularmente, la costa de Guerrero se relaciona con estos dos hechos. Aparentemente, su actual calma sísmica se ha traducido hoy, en que gran parte de sus pequeños asentamientos costeros desconocen aspectos fundamentales sobre la permanente amenaza de tsunami. Si consideramos que el nivel de vulnerabilidad de una comunidad depende del grado de información y conciencia que tiene de las amenazas a las que está expuesta, claramente se observa que en este sector de la Costa Pacífica de México, el riesgo de desastre es elevado.

Conclusiones como ésta se desprenden de la aplicación de un cuestionario desarrollado para evaluar la percepción del riesgo de tsunami en comunidades costeras. Mediante diecinueve preguntas, se identifican aspectos relacionados con la percepción del riesgo, el conocimiento del proceso natural extremo, el manejo de la emergencia y las medidas de mitigación.

El cuestionario se aplicó durante los meses de enero y febrero de 2009 a una muestra de 500 personas. Las localidades donde se realizaron las entrevistas fueron: Zihuatanejo, Barra de Potosí, Playa Blanca – Farallones, La Barrita, Puerto Vicente Guerrero, Llano Real, Pie de la Cuesta (La Barra), Acapulco (Zócalo), Barra Vieja, Playa Ventura y Corralero.

SE21-5

OBSERVACIONES DEL ESFUERZO CRÍTICO DE EROSIÓN EN PLANICIES INTER-MAREALES DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Álvarez Sánchez Luis Gustavo¹, Valencia Flores Fernando² y Ramírez Mendoza Rafael¹

¹División de Oceanología, CICESE

²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
lalvarez@cicese.mx

Se hace una primera evaluación de la estabilidad de los sedimentos de las planicies de marea en un sitio del Alto Golfo de California. En este ambiente predominan corrientes lentas (<0.3 m/s) y oleaje de periodo corto y altura pequeña (2–4 s, <0.6 m). El viento costero presenta brisa marina del sector NE-SE con rapidez de 3-6 m/s. Se han observado eventos de viento con intensidad de 8-12 m/s que generan oleaje de hasta 1 m de altura y período de 4-5 s durante 1-3 días. Observaciones cualitativas muestran que estas condiciones producen erosión de la playa, pero se desconocen sus efectos sobre los sedimentos de las planicies inter-mareales. En este trabajo se identificaron los principales elementos de la morfología del fondo de las planicies y se evaluó el esfuerzo crítico para la erosión de los sedimentos superficiales. Se hicieron pruebas in situ en planicies al norte del puerto de San Felipe aplicando esfuerzos de corte en el fondo mediante una cámara de erosión EROMES (GKSS, Alemania) en barras de arena y canales inter-barra. Las observaciones hechas en verano, 2008 y fines de invierno, 2009, mostraron que el sedimento de las barras de arena fue más estable ante los esfuerzos aplicados, comparado con el sedimento de los canales inter-barra. Los esfuerzos críticos de erosión variaron entre 0.45 y 1.87 Pa y están relacionados con la granulometría y con la morfología del fondo. La menor resistencia a la erosión se observó en las zonas inter-barra, donde predominan los sedimentos limo-arenosos y limo-arcillosos.

SE21-6

REGIONALIZACIÓN DE PATRONES DE LLUVIA APLICACIÓN A TRAYECTORIAS DE HURACANES

Encarnación Martínez Martín Leonel y Gutiérrez López Alfonso
Centro de Investigaciones del Agua, Universidad Autónoma de Querétaro
leo_7carnation@yahoo.com.mx

Se analiza la variabilidad espacial de las precipitaciones ocasionadas a lo largo de la trayectoria del huracán Andrés al paso por las costas del estado de Chiapas. Se propone utilizar los variogramas direccionales, calculados con la precipitación diaria

para conocer el patrón de máxima variabilidad. Se estiman los patrones de lluvia tradicionales con un variograma direccional lineal. Estos resultados se comparan con los patrones de precipitación que se obtienen a partir de considerar un variograma direccional Gaussiano. Finalmente se calculan las isoyetas para los días en los que afectó el huracán Andrés, haciendo un Co-Kriging con el campo de lluvias de máxima variabilidad. Los resultados muestran que las isoyetas tradicionales calculadas con variogramas direccionales, no representan la variabilidad de las lluvias producidas por Andrés, sin embargo al utilizar una función de variabilidad espacial, el campo de precipitaciones sobre la costa de Chiapas reproduce fielmente el campo de lluvias que se observa en las fotos de satélite del fenómeno meteorológico en estudio.

SE21-7

EROSIÓN COSTERA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO: COSTAS DE CAMPECHE, GOLFO DE MÉXICO

Torres Rodríguez Vicente¹, Crevenna Recaséns Andrea Bolongaro¹, Márquez García Antonio Zoilo², Expósito Díaz Gilberto³ y Chavarría Hernández Jerónimo¹

¹Academia Nacional de Investigación y Desarrollo

²Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
vicente.torres@anide.edu.mx

La zona de estudio comprende el litoral del Estado de Campeche, México, zona Sur del Golfo de México. La determinación del desplazamiento de la línea de costa se realizó por medio de imágenes satelitales, fotografías aéreas y cartografía del periodo 1974 a 2008. El cálculo de la tasa de erosión se realizó por el método de áreas de referencia. Se calcularon escenarios de elevación del nivel del mar utilizando el modelo A2-B1 (IPCC), modelados con el sistema Magicc. Finalmente se calcularon las nuevas líneas de costa para los años 2030, 2050 y 2100. Se determinó que el mayor desplazamiento de la línea de costa es la zona occidental (Península de Atasta) y de menor intensidad en la Isla de El Carmen-Champotón. El desplazamiento máximo de la línea de costa se ubicó en Punta Disciplina donde el mar ha avanzado 750 metros hacia el interior del continente. Se determinaron tasas de erosión de hasta 14.3 m/año. Con respecto a la elevación del nivel del mar, los registros mareográficos dieron una elevación de 11.42 cm (3.38 mm/año) para el periodo 1956-1990, que coincide con el modelo IPCC, que de un valor de 3.5 mm/año para esa misma temporalidad.

SE21-8 CARTEL

TRAYECTORIA DE LA TORMENTA TROPICAL NO. 13 QUE IMPACTO A LA POBLACIÓN DE PUERTO VALLARTA, JAL., EN 1958

Gómez Ramírez Mario

Licenciatura de Geografía, Facultad de Economía, Universidad Veracruzana
mariogomez@uv.mx

La población de Puerto Vallarta, es un espacio costero del estado de Jalisco, que por lo regular, no recibe los impactos directos de las trayectorias de los ciclones tropicales que se forman en el Pacífico Nororiental. Entiéndase como un impacto directo, a la trayectoria que sigue el ciclón tropical con un desplazamiento a través de las aguas marinas hasta alcanzar la línea de costa.

Puerto Vallarta se localiza al poniente de la entidad en las coordenadas geográficas de 20° 36' 48" de latitud norte y 105° 13' 52" de longitud oeste, en el fondo oriental de la Bahía de Banderas y el río Ameca sirve de límite natural con el estado de Nayarit con el que comparte dicha bahía en la parte norte.

En el Pacífico Nororiental, los ciclones tropicales inician la temporada el 15 de mayo y concluye el 30 de noviembre. Estos fenómenos marinos de fuerza extraordinaria representan un riesgo para la costa del Pacífico mexicano y el litoral de Jalisco, no es la excepción.

La tormenta tropical No. 13 sin nombre, que se desarrolló entre los días del 29 y 30 de octubre de 1958 desde 1949 hasta la fecha, es el único ciclón tropical que ha impactado a Puerto Vallarta al entrar por la Bahía de Banderas. Se formó en las coordenadas de 18.4° de latitud norte y 108.3° de longitud oeste en aguas del Pacífico mexicano como tormenta tropical. Siguió una trayectoria con dirección nor-noreste y noreste, cada vez más avanzó con ascenso en latitud y directo al sur de la saliente de Cabo Corrientes, Jal., donde ingresó a tierra sin disminuir su intensidad y a la altura de la playa Majahuitas incurrió a las aguas marinas de la Bahía de Banderas para continuar su recorrido al este y perfilarse a la línea costera de la población de Puerto Vallarta, Jal., entorno donde impacto como tormenta tropical con vientos máximos sostenidos de 83 km/h y se adentró por segunda ocasión a la parte continental jalisciense.

La comunidad de Puerto Vallarta ha experimentado las repercusiones de las trayectorias de los ciclones tropicales, cuando pasan paralelos a la costa y atraviesan la Bahía de Banderas como ocurrió con "Calvin" en 1993. Otras veces entran a tierra por el sur de Jalisco y en su recorrido continental la han afectado como "Maggie" en 1966 e inclusive algunos recurvan al occidente antes de alcanzarla y salen al mar nuevamente situación que desarrolló "Lily" en 1971. Pero aún, no se tiene registro de la trayectoria de un ciclón tropical formado en el Pacífico y que entre al encajonamiento de la Bahía de Banderas por la parte oeste y avance en forma directa al este sobre la línea costanera del asentamiento vallartense. Es importante

mencionar, que no debe descartarse la posibilidad de que alguno de los ciclones tropicales en el futuro, pueda afectar a la población de Puerto Vallarta y que entre directamente por la Bahía de Banderas o de alguno que desencadene un recorrido errático y la ponga en riesgo.

SE21-9 CARTEL

REGIONALIZACIÓN DE PATRONES DE LLUVIAS APLICADO AL MEANDREO DE RÍOS DE PLANICIE

Hernández Reséndiz José Daniel y Gutiérrez López Alfonso

Centro de Investigaciones del Agua, Universidad Autónoma de Querétaro
dan71@hotmail.com

Se obtuvieron los campos de lluvia de huracanes para la costa de Chiapas, y con ayuda de la estimación de variogramas direccionales (que representan la variabilidad en cuatro diferentes direcciones: 0°, 45°, 90°, 135°). Se ajustó el modelo teórico de variograma Gaussiano. Con la expresión de pronóstico de dirección de meandro de un río, propuesta por Beck (ecuación de sucesión de senos y cosenos), se propone multiplicarla por un término que incluye la variabilidad máxima de lluvia y los parámetros del variograma direccional. Con esto, se pronostican tres condiciones de meandro una máxima, una mínima y una asociada a la lluvia del huracán Andrés en un tramo del río Cahuacán. Se demuestra que este modelo multivariado permite pronosticar las zonas de riesgo por meandro y definir en campo las zonas de alto riesgo por inundación, debido al comportamiento dinámico y meandro del río Cahuacán, en su zona de la planicie costera.

SE21-10 CARTEL

EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TASAS DE EROSIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA DE LA RIVIERA MAYA

Márquez García Antonio Zoilo¹, Torres Rodríguez Vicente² y Crevenna Recaséns Andrea Bolongaro²

¹Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

²Academia Nacional de Investigación y Desarrollo
azoilo@yahoo.com

La mayor parte de las playas de México experimentan procesos de erosión y acumulación, causados por diferentes procesos, tanto antropogénicos (construcción de diques, espigones, rompeolas, etc.) como naturales (huracanes, nortes y elevación del nivel del mar, entre otros). Los procesos de erosión y dinámica litoral en la Riviera Maya se definieron a partir del análisis de las líneas de costa obtenidas mediante el procesamiento de fotografías aéreas y de imágenes de satélite de los periodos 1978 y 2005 respectivamente. Los datos se analizaron en cinco sitios de la Riviera Maya considerando los cambios de la línea de costa y la frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos. Se presenta los resultados de las tasas de erosión y de acumulación, así como un plano de distribución de los procesos de acumulación o erosión presentes en la Riviera Maya obtenidos a partir de la comparación de las líneas de costa. Los resultados muestran que a pesar de incrementarse la intensidad y frecuencia de los huracanes por el cambio global climático en la Riviera Maya entre Puerto Morelos y Tulum, en promedio existen áreas de erosión y depósito con tasas muy bajas de valores menores a 1 m/año debido a la presencia de un litoral rocoso, protección de los arrecifes y de la Isla Cozumel. También se hace un análisis de perfiles topográficos de 12 playas de la Riviera Maya, donde se estimó el efecto de la elevación del mar en 0.5 y 1 m cuyo resultado muestra una pérdida del 20 % de las playas y del 90 % respectivamente. Existen otros factores, la mayoría antropogénicos que afectan en mayor o menor grado la erosión-acumulación de sedimentos en una escala de tiempo más corta.

Sesión Especial

RIESGOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS

Organizadores:

David Novelo Casanova
Víctor Magaña Rueda
Juan Carlos Mora Chaparro

SE22-1

DESPLAZAMIENTOS DE LA FALLA 5 DE FEBRERO EN LA CIUDAD DE QUERÉTARO: DETERMINACIÓN CON INTERFEROMETRÍA

Avila Olivera Jorge Alejandro¹, Farina Paolo² y Garduño Mornoy Víctor Hugo¹

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Università degli Studi di Firenze, Italia

jao_79@hotmail.com

La Ciudad de Santiago de Querétaro se encuentra asentada en una depresión que recibe el nombre de Fosa Querétaro, la cual tiene una forma casi rectangular con una orientación NNO-SSE limitada por fallas normales asociadas al lineamiento Taxco-San Miguel de Allende. Cinco son las fallas que delimita la fosa, tres tienen una dirección NNO-SSE (fallas Oriente, 5 de Febrero y Tlacote), mientras que las otras dos (fallas Central y Sur) presentan una dirección ENE-OSO. Algunas de estas fallas se han visto asociadas a problemas de hundimientos diferenciales y agrietamientos a causa de la extracción del agua del subsuelo a través de pozos de bombeo, tal es el caso de la falla conocida como 5 de Febrero cuyos efectos comenzaron a apreciarse a principios de la década de los 80's, cuando los requerimientos de agua se incrementaron como resultado del desarrollo de la antigua zona industrial Benito Juárez. Dicha falla presenta un escarpe visible en la superficie, cuyo desplazamiento vertical supera el metro en algunos puntos a lo largo de su traza.

Una manera de estudiar las deformaciones que sufre la superficie terrestre es a través de técnicas satelitales, una de las cuales es la interferometría, que consiste en el cálculo del patrón de interferencia (franjas) que se genera por la diferencia de fase entre dos imágenes de la misma zona tomadas por una antena SAR (Synthetic Aperture Radar), en diferentes tiempos. Para el estudio de la Ciudad de Querétaro se emplearon 2 imágenes tomadas por el satélite ENVISAT propiedad de la Agencia Espacial Europea (ESA), las cuales presentan un intervalo de espacio temporal que corresponde del 16 de agosto de 2003 al 13 de noviembre de 2004 (455 días). Las imágenes fueron procesadas utilizando el software "Gamma".

El interferograma resultado de aplicar la técnica en cuestión presenta una configuración de franjas que representan diferencias de fase, si se realiza un proceso de "desenvolvimiento de la fase" a lo largo de una determinada sección, es posible conocer los desplazamientos verticales desde la visión del satélite a través de dicha sección. Para determinar el desplazamiento vertical que sufrió la falla 5 de Febrero en el periodo de tiempo señalado, se trazó una sección en el interferograma que cruzara la falla. El perfil de la sección trazada muestra que en el punto donde se ubica la falla hay un desplazamiento vertical de 8.5 cm, si se normaliza el dato obtenido para un año, se obtiene una tasa de hundimiento anual de 6.8 cm entre los años 2003 y 2004.

SE22-2

CARACTERIZACIÓN GEOLOGICO-GEOMORFOLÓGICA DE LA REGIÓN DE GUADALAJARA Y SU RELACIÓN CON LOS PELIGROS POR HUNDIMIENTOS

Suárez Plascencia Carlos^{1y2} y Delgado Argote Luis A.²

¹Universidad de Guadalajara

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

csuarez@cencar.udg.mx

La urbanización de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se efectuó sobre depósitos de pómez provenientes de la actividad cuaternaria de la Sierra La Primavera que sepultaron a una potente secuencia de derrames de basalto, dacíticos, riolíticos, ignimbritas, y depósitos fluvioacústicos. La sección estratigráfica más completa se observa en diferentes secciones de la barranca del Río Grande de Santiago, ubicada en el límite norte de la ciudad.

En la ZMG se identificaron cinco geoformas distintivas:

a) La barranca del Río Grande de Santiago (BRGS) es una depresión tectónica y erosiva con profundidad promedio de 500 m y anchura hasta de 3.5 km. Estructuralmente, en la zona de San Gaspar al sur de la confluencia del río Verde con el río de Santiago, se identificaron fallas normales con desplazamiento con componente izquierda orientadas 191°/89° en lavas basálticas. En la presa Colimilla, a 1297 msnm se observó fallamiento lateral con componente normal (267°/81°) donde se observan saltos hasta de 30 m. Los derrames de lava en este lugar están cizallados paralelamente al Río Verde. En la zona del puente Arcediano, donde aflora aparentemente la base de la secuencia las fallas tienen una orientación dominante en 188/75 en los derrames de andesita, mientras que las ignimbritas de pómez están cizalladas con dirección 92/84 paralelas al Río Verde.

b) La Sierra La Primavera, al suroeste de la ZMG, es una caldera formada por una serie de domos, derrames y depósitos piroclásticos de composición riolítica.

c) La Cadena Volcánica del Sur de Guadalajara está formada por varios conos volcánicos y derrames de composición basáltica-andesítica, con edad Plio-Pleistocénica (Lühr y Lazaar, 1982) con orientación NW-SE, desarrollada sobre la ignimbrita San Gaspar de 4.8 ma (Gilbert et al., 1985).

d) Sistema de barrancas Los Colomos y Alcalde-Barranquitas que forman redes dendríticas desarrolladas en depósitos de pómez, donde la mayor parte de los

barrancos eran profundos y angostos. El origen de las barrancas puede estar asociado con fallas o zonas de fractura observadas que se reflejan en la BRGS.

e) Planicies onduladas del Valle de Atemajac y el Valle de Tesistán, que se caracterizan por lomeríos y amplias planicies.

El sistema de barrancas controló el crecimiento de la ZMG en su sector norte, poniente y norponiente hasta la década de 1940 pero, a partir de la década de 1950, los urbanizadores comenzaron a modificar paulatinamente las unidades del relieve al rellenar parte de las barrancas de Los Colomos y de Alcalde Barranquitas y la construcción de casas de uno y dos niveles. Durante la mitad de la década de 1980 comienzan a reportarse afectaciones de diferente magnitud por hundimientos a edificaciones e infraestructura en estas zonas de la ciudad. Esta problemática ha obligado a diferentes gobiernos municipales y particulares destinar fuertes inversiones para la mitigación y prevención de los daños, pero aún así los hundimientos continúan siendo recurrentes hasta la fecha. Se censaron más de 1100 puntos con hundimientos, relacionándose directamente con áreas donde el relieve fue modificado para un uso urbano.

SE22-3

ESTUDIO DE ZONAS DE RIESGOS POTENCIALES POR DESLAVES EN EL MUNICIPIO HUEHUETLAN EL GRANDE PUEBLA

Flores Flores Alfredo, Muñoz Máximo Ignacio y Vázquez Serrano Alberto

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

alfred_ff@hotmail.com

El municipio de Huehuetlan el Grande se ubica en la parte centro sur del estado de Puebla a una distancia de 46 Km, localizado geográficamente en los paralelos 18°41'12" y 18°53'12" latitud norte y los meridianos 98°03'18" y 98°15'06" de longitud occidental, con una altura promedio de 1360 msnm, su población es de 2500 habitantes según datos de INEGI (2004). Regionalmente la morfología es dominada al norte por la Sierra del Tentzo y al oeste por el valle de matamoros, su clima varía de cálido, subhúmedo a templado, con lluvias en verano lo cual incrementa el peligro de deslizamientos superficiales por gravedad en masas rocosas debido a que al sobresaturarse de agua algunas rocas y minerales tienden a expenderse, ello conlleva con este cambio de volumen a que el estado de reposo que requieren materiales en barrancas, taludes, escarpes y afloramientos cambien de manera brusca su pendiente la cual causa estos deslizamientos. La geología estructural es dominada por una serie de fallas normales, la geología local presenta estratos delgados de caliza que interperiza en colores crema a ocre, con intercalaciones de arenisca, horizontes de yeso (Selenita en forma de costras), arcilla caolinizadas y horizontes tobáceos. En la parte superior del afloramiento principal encontramos depósitos de conglomerados poligénicos de caliza, limonitas, lutitas y margas (Flones y Buitron 1983), aluvión y paleosuelos; esto incrementa la vulnerabilidad de las personas que habitan en estas zonas ya que en campo se observo que estos materiales no presentan un alto grado de compactación ni consolidación, es decir, muy desmenuzables con alto grado de denudación provocada por interperismo y erosión actuales. El área que presenta un potencial deslizamiento tiene una potencia aproximada de 500 metros cúbicos, de acuerdo con los estudios en campo su dirección de acortamiento vertical es mayor a 41° con dirección de alargamiento horizontal por lo tanto un voluminoso y repentino deslizamiento de terreno afectaría a la población y sus alrededores alejando su crecimiento poblacional, sustento económico, social y cultural.

SE22-4

SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA CIUDAD DE PUERTO VALLARTA, JALISCO Y SU IMPLICACIÓN EN EL CRECIMIENTO URBANO

Muñiz Jauregui Jesús Arturo¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel², Vázquez

Selem Lorenzo³, Mora Chaparro Juan Carlos⁴ y Valdivia Ornelas Luis⁵

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

³Instituto de Geografía, UNAM

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

⁵Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, UDG
ar2muz@gmail.com

La ciudad de Puerto Vallarta, localizada en el sector septentrional de la costa del estado de Jalisco, presenta afectaciones por deslizamientos y flujos de detritos que han sido causa de significativas pérdidas materiales y humanas. A pesar de esta realidad, en los últimos años se proyecta que la ciudad crezca sobre zonas susceptibles a este tipo de peligro. Por lo anterior, este estudio identificó y zonificó el nivel de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa en la zona de montaña de esta ciudad. El método empleado se basó en un análisis heurístico combinado con una evaluación multicriterio, todo ello dentro de un Sistema de Información Geográfica. Se contemplaron factores locales que condicionan y desencadenan la inestabilidad de laderas tales como: litología, antecedentes de inestabilidad (inventario de deslizamientos), cambios en el uso de suelo (desmonte), excavaciones, fallas y fracturas geológicas, insolación, inestabilidad por deslizamientos superficiales, concentración de flujos y presencia de asentamientos

humanos. El resultado final se expresó a través de un mapa detallado de los niveles de susceptibilidad a la remoción en masa; el primero en su tipo para esta zona. El análisis de los resultados revela que el 63 por ciento del área de estudio es susceptible a la inestabilidad. El 52 por ciento de la superficie donde se proyecta el crecimiento de la ciudad, de acuerdo al plan de desarrollo urbano 2008, presenta niveles de susceptibilidad medio, alto y muy alto. Con base en lo anterior se concluye que de efectuarse dicho plan, la ciudad de Puerto Vallarta se verá afectada, en un futuro próximo, por un número mayor de colapsos de ladera que traerían como consecuencia desastres similares o mayores a los ocurridos en los años 1975, 1993, 2005, 2007 y 2008.

SE22-5

DESIZAMIENTOS MÚLTIPLES DE LADERA POR INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

Díaz Castellón Rodolfo¹, Álvarez Manilla A. Alfonso¹ y Barrera Bucio Mauricio²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²URBA, Ingeniería

rdiaz@geociencias.unam.mx

Nuestra zona de estudio, parte de la Sierra Gorda de Guanajuato presenta una litología compleja, encontrándose a lo largo de esta, rocas sedimentarias (calizas y lutitas) de edad Mesozoica, depósitos de brecha y rocas ígneas de textura porfídica de composición andesítica de edad Plioceno medio.

La construcción de caminos a través de la sierra ha sido por muchos años compleja, aunado a esto los escasos (en ocasiones nulos) estudios geológicos que se llevan a cabo se han vuelto tradicionales, junto con ello los deslizamientos de ladera son un factor cada vez mas común en zonas con litología compleja, los factores atmosféricos, la deforestación y un inadecuado procedimiento constructivo por falta de información geológica ocasionan que los taludes de los caminos colapsen, obstruyan el paso y en casos extremos, material desprendido alcance zonas habitadas.

La ciudad de Xichú, representa una cabecera municipal en el estado de Guanajuato, se encuentra ubicada dentro de una cañada que funciona como drenaje de las estructuras a su alrededor, la alta susceptibilidad al intemperismo físico de las rocas sedimentarias, y el avanzado estado de alteración que presentan las rocas volcánicas, han producido un camino altamente inestable con continuos deslizamientos y desprendimiento de fragmentos que van desde centímetros hasta mas de diez metros.

Entre los mecanismos de inestabilidad hemos identificado se encuentran factores asociados a características geomorfológicas; una topografía abrupta, asimismo factores geológicos asociados a características geotécnicas de las rocas y la precipitación atmosférica son los principales factores de inestabilidad, que aunados a la actividad antropogénica han ocasionado la modificación geométrica de las laderas, obstrucción de drenajes, deforestación y un acelerado proceso de intemperismo físico de las rocas, que dan como resultado una zona con deslizamientos de ladera continuos y un escenario de peligros asociado a la población asentada en la localidad de Xico, los usuarios del camino y habitantes ubicados próximos a la ubicación del camino

SE22-6

RELACION DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA DE LA CIUDAD DE MORELIA CON EL CAMPO DE ESFUERZOS TRANSTENSIONAL IZQUIERDO DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Avila Olivera Jorge Alejandro¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel¹, Cabral Cano Enrique², Remy Dominique³ y Díaz Molina Oscar²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Universidad Nacional Autónoma de México

³Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie, Francia

jao_79@hotmail.com

El fenómeno de subsidencia que se presenta en algunas ciudades de la República Mexicana, hasta el momento ha sido abordado como un efecto pasivo dentro del marco de la sismicidad activa del sistema de fallas E-O, NE-SO o NNO-SSE del Centro-Norte del país. Es decir, que se ha considerado únicamente como factor detonante de la subsidencia a la explotación de sistemas acuíferos, los cuales están conformados por secuencias granulares, así como por arcillas que forman acuitardos donde se genera la mayor parte del proceso de consolidación que da lugar a la mencionada subsidencia.

No obstante, los trabajos desarrollados en la Ciudad de Morelia revelan que la subsidencia que ocasiona daños a la infraestructura urbana, no solo obedece a la extracción del agua del subsuelo, y a las unidades litológicas que conforman a este último, sugiriendo la intervención de otro factor. Ahora bien, si en los denominados Procesos de Subsidencia-Creep- Falla (PSCF) entran en juego las estructuras geológicas del sistema de fallas conocido en la literatura como Tula-Chapala, específicamente en la porción Morelia-Acambay, entonces estarían indicando que sus movimientos están respondiendo también al campo de esfuerzos regional. Las observaciones de los daños que generan estas estructuras evidencian en varios

puntos de la ciudad, movimientos laterales izquierdos asociados siempre a los PSCF.

La sismicidad que se ha suscitado en la actualidad y en específico los mecanismos de esfuerzos de los últimos sismos, indican que sus fuentes están asociadas con el sistema de fallas Morelia-Acambay, todos ellos con una clara transtensión izquierda NO-SE que genera rupturas en las fallas con dirección NE-SO (Morelia, Parícutin) y E-O (Los Azufres, Acambay, Maravatío).

El Monitoreo con GPS geodésico llevado a cabo en Morelia, muestra que la falla conocida como Central Camionera marca la frontera que divide a la ciudad en una zona estable (hacia el SE de la falla), de otra inestable (hacia el NO de la falla), lo anterior en función de los hundimientos medidos durante el periodo de observación (verano 2005 – verano 2007), los cuales alcanzaron tasas entre 4 y 6 cm/año.

Dicho monitoreo también muestra que la superficie terrestre en el área de estudio tiende a desplazarse horizontalmente hacia el Oeste con tasas de hasta 4 y 5 cm/año, sugiriendo que las fallas donde se presentan los PSCF también están sometidas a un movimiento lateral izquierdo al igual que el fallamiento regional, por lo que responden al campo de esfuerzos regional que impera.

SE22-7

SUBSIDENCIA EN CELAYA, GUANAJUATO: EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA DEL ACUÍFERO

Giordano Niccolò¹, Díaz Salmerón José Edmundo¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo² y Camargo Valencia Vicente Arturo²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya

giordano271@yahoo.com.mx

La sobre explotación de los acuíferos en zonas agrícolas y urbanas desarrolladas sobre terrenos lacustres, ha dado origen al Proceso de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF) con repercusiones en obras civiles a lo largo de trazas definidas que responden a los sistemas de fallamiento regional. En México esta problemática inicia a registrarse en la década del los 80's, con afectaciones en ciudades del centro del México como Aguascalientes, Morelia, Querétaro y Celaya, entre otras.

En la ciudad de Celaya, la correlación de perfiles litológicos obtenidos a través de la perforación de pozos profundos, la variación del nivel freático monitoreado en los últimos 30 años, así como la actualización cartográfica de sus seis fallas geológicas, revelan las siguientes circunstancias. Un basamento en forma de Horst alargado en dirección N-S, que alojó depósitos deformables de limos y arcillas de cerca de 300m de espesor. Las fallas del basamento con dirección NNO-SSE controlan la traza de las fallas superficiales que muestran esa misma dirección. Existen tres coladas basálticas, intercaladas en los sedimentos fluvio lacustres, que posiblemente alterarán la forma de subsidencia de la ciudad. El abatimiento del nivel freático en la ciudad sigue en aumento, principalmente en zonas de creciente urbanización como la nueva área industrial ubicada al norte de Celaya, con 50 m de abatimiento en los últimos seis años.

Lo anterior indica que existe una relación directa entre la evolución morfológica de la subsidencia en Celaya y la dinámica de su acuífero. Sin un adecuado control de la explotación de este, el abatimiento continuo del nivel freático ocasionará incrementos en la longitud y desnivel de las fallas. La profundidad del nivel freático al sobrepasar las coladas basálticas, incrementaría la tasa de hundimiento debido a una deformación mayor del nivel subyacente, acrecentada por la carga litostática de los basaltos. Además, existe la posibilidad del desarrollo de nuevas fallas coincidentes con los flancos de las coladas, que provocarían un número mayor de estructuras urbanas afectadas.

SE22-8

ESTUDIO CON GEORADAR (GPR) DE LA GEOMETRÍA DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA (PSCF), EN LA CIUDAD DE CELAYA, GUANAJUATO, MÉXICO

Giordano Niccolò¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Díaz Molina Oscar², Cabral Cano Enrique², Hernández Madrigal Víctor Manuel¹ y Camargo Valencia Vicente Arturo³

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya

giordano271@yahoo.com.mx

La ciudad de Celaya es una de las zonas urbanas del centro de México que experimenta un proceso acelerado de subsidencia. En esta ciudad el fallamiento asociado a este proceso conserva características parecidas a la de muchas ciudades asentadas sobre cuencas fluvio-lacustres en el centro de México como Morelia, Salamanca, Irapuato, Aguascalientes y Querétaro. La subsidencia en Celaya inicio en los años 80's y 90's con tasas cercanas a lo 8-10 cm/año y continúan hasta el presente, lo que ha dañando varios sectores de la ciudad en los cuales se aprecian serios daños en obras civiles e infraestructura urbana.

Uno de los objetivos principales en el estudio de estas fallas en zonas urbanas, es el de conocer en el subsuelo la geometría del plano de falla y la identificación de

fallas sintéticas y antitéticas, con lo cual se pueda determinar de forma más precisa la franja de afectación. Para ello realizamos exploraciones geofísica someras con Radar de Penetración Terrestre, utilizando un equipo GSSI SIR-3000 con antenas de 40, 70 y 200 MHz, que permitieron obtener información del subsuelo hasta una profundidad cercana a los 15 m. Después de la actualización cartográfica de las seis fallas que afectan la ciudad de Celaya y de la recopilación y análisis de la información geológica e hidrogeológica proporcionada por la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya (JUMAPA), se llevaron a cabo 24 secciones perpendiculares a las fallas Oriente, Poniente y Universidad Pedagógica que presentan la mayor expresión morfológica en superficie. A partir de la interpretación de los radargramas obtenidos del levantamiento geofísico sobre la falla Oriente, de 3.5 m de desnivel topográfico, se concluye que la franja de afectación de ésta estructura es de 30-35 m, y que la mayor deformación se presenta a lo largo de un sistema de fallas sintéticas con inclinaciones de 40°- 45° hacia el este, y de micro-fallamientos subverticales e inclinados 45°.

Estos resultados pueden ser ampliamente aplicados en el diseño de programas de desarrollo urbano y uso de suelo, con el objetivo de mitigar y evitar mayores daños a la propiedad privada y servicios públicos.

SE22-9

CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS A INMUEBLES GENERADOS POR SUBSIDENCIA, ESTUDIO DE CASO: ZONA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ-SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ, MÉXICO, RESULTADOS PRELIMINARES

Ortiz Rodríguez Azalea Judith y Julio Miranda Patricia
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
azalea_ortiz_rdz@hotmail.com

El incremento poblacional en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez (ZMSLP-SGS) ha generado una fuerte presión sobre los recursos hídricos. El incremento en la demanda de agua aunado a las características geológicas del basamento y el relleno del valle, han provocado hundimientos diferenciales, cuya expresión superficial es el agrietamiento del terreno, mismo que ha generado daños a inmuebles considerados patrimonio histórico, inmuebles particulares, edificios públicos e infraestructura urbana.

Las investigaciones previas sobre subsidencia en la ZMSLP-SGS han abordado la problemática con el objeto de explicar las causas físicas de éstas y la zonificación del peligro. Es por ello que el presente estudio se enfoca a la caracterización de los daños ocasionados a inmuebles para posteriormente estimar del costo de los mismos, así como determinar la problemática que enfrentan los dueños de los inmuebles afectados.

Mediante recorridos de campo a lo largo de la traza de los agrietamientos, determinados previamente por el Instituto de Geología de la UASLP, se han identificado los inmuebles dañados y elaborado las fichas técnicas correspondientes con el fin de determinar su localización y documentar el grado de afectación. Posteriormente y con base en los datos obtenidos en campo y el valor catastral de los inmuebles se calculará el índice de daño adaptado de Blong (2003). La información obtenida está siendo sistematizada mediante el empleo de un SIG.

Hasta el momento, se han elaborado 145 fichas técnicas a lo largo de los agrietamientos Sauzalito, Aeropuerto y Parque de Morales-Av. de la Paz, de las cuales 123 corresponden a inmuebles y 22 a infraestructura urbana. Los datos obtenidos permiten establecer que 30% de los inmuebles presentan daño bajo, 31% daño moderado, 22% daño alto, 9% daño severo y 8% han sido demolidos en virtud de los daños que presentaban.

Entrevistas con propietarios de inmuebles afectados han permitido conocer la problemática a la que se enfrentan. Algunos han sido reubicados con ayuda parcial del gobierno mientras que otros llevan varios años realizando trámites sin que tengan una respuesta concreta de inmobiliarias o autoridades. Situaciones jurídicas confusas y la inexistente transferencia de riesgo mediante el pago de seguros contra riesgos naturales provoca una grave afectación al patrimonio inmueble de las familias afectadas.

SE22-10

GEOMETRÍA Y MONITOREO CON GPS DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA (PSCF), EN LA CIUDAD DE CELAYA, GUANAJUATO, MÉXICO

Díaz Salmerón José Edmundo¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel¹, Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Giordano Niccolò¹, Cabral Cano Enrique², Díaz Molina Oscar² y Camargo Valencia Vicente Arturo³

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Celaya
edmundods@hotmail.com

En México, los problemas ocasionados por los denominados Procesos de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF), se hacen visibles a partir de la década de los 80's en algunas ciudades del centro del país como Aguascalientes, Morelia, Querétaro,

Salamanca, Celaya, entre otras, todas ellas asentadas en antiguas cuencas rellenas por depósitos lacustres y/o fluvio-lacustres. La ciudad de Celaya es un caso particular en donde la subsidencia ha tenido su máxima expresión. Se han registrado tasas de hundimiento de entre 9 y 10 cm/año con desarrollo de desniveles de hasta 2m en 17 años.

En función de la actualización cartográfica del trazo de las 6 fallas superficiales presentes en la ciudad de Celaya, Gto, y con el objetivo de monitorear el hundimiento del terreno; se colocaron 32 puntos de control en la zona urbana afectada, y un punto de referencia (base fija) ubicado sobre flujos basálticos que conforman las faldas del volcán La Gavia, aproximadamente a 8 km al suroeste de Celaya. Se realizaron cuatro mediciones con GPS tipo geodésico, marca LEICA modelo SR500, bajo la técnica de levantamiento estático. La corrección diferencial en post-proceso se logró mediante el programa SKI-Pro, utilizando como referencias las bases La Gavia y UGTO, esta última de la RGNA del INEGI.

La comparación del abatimiento del nivel freático reportado por JUMAPA, con los resultados de la medición de la subsidencia; revela que en la actualidad, la ciudad de Celaya presenta hundimientos diferenciales con tasas máximas de 10 a 14 cm/año asociadas a la continúa extracción del agua subterránea. Principalmente al norte y sur de la zona estudiada, coincidiendo con el mayor abatimiento, disminuyendo hacia el centro y oriente de la zona urbana de Celaya. Por otra parte, en el monitoreo se encontraron puntos anómalos con ascensos de hasta 3.5 cm, lo que podría indicar una coordenada vertical oscilante en el terreno de la zona urbana de Celaya.

La subsidencia en la ciudad de Celaya es sin lugar a dudas de un comportamiento particular, se considera necesario llevar a cabo otro monitoreo que nos permita definir su comportamiento con certeza, así como un mayor historial de mediciones en la base fija de La Gavia, con la finalidad de obtener el posible error de estabilidad de dicha base.

SE22-11

PROBLEMAS DE CAVERNAS, INVESTIGADOS EN LOS MUNICIPIOS DE OTUMBA Y SAN MARTÍN DE LAS PIRÁMIDES, ESTADO DE MÉXICO

Ramos Jiménez Esteban y Segura Rojas José Luis
Dirección General de Protección Civil del Estado de México
investigacion10@yahoo.com.mx

En el presente trabajo, se describen los conceptos fundamentales y riesgos que representan las zonas de cavernas invadidas en su parte superior o superficial por algunos sectores de población en ciertas localidades del Estado de México, ya que cada una de estas zonas representa un alto riesgo para la seguridad de las personas, sus bienes y el entorno. Existe mucha ambigüedad en la definición de los términos cueva, caverna o gruta, por lo que en la actualidad no hay un consenso dentro de la comunidad científica y por lo general estos términos se usan indistintamente como sinónimos. En términos generales, se puede decir que la mecánica de formación de los túneles de lava o cavernas, es cuando entran en fase de emisión de lava las estructuras volcánicas con características efusivas, como son muchos de los volcanes basálticos de la zona del Valle de México, en que al salir y fluir pendiente abajo la roca líquida a temperaturas promedio de los 1050 OC, se va formando una "costra" superficial solidificada, mientras continúa fluyendo el material lávico por la parte inferior de la misma. Al cesar el flujo de lava desde la "boca" de emisión, entonces el último material fluye hasta la parte inferior, dejando finalmente un hueco o túnel o caverna, que en muchas ocasiones se colapsa por efecto de enfriamiento o por procesos de intemperismo o por sismos inclusive. Este es el mecanismo "común" en la mayoría de los derrames de lava basáltica, lo que permite que alcance hasta varios cientos de metros en longitud, dependiendo de las pendientes del terreno por donde fluye. Por otro lado y en función del tiempo que esté activo el "tubo", este adquirirá mayores dimensiones internas y complejidad morfológica, pudiendo formar una sola galería o verdaderos laberintos de redes interconectadas, con dimensiones desde unos pocos metros hasta cientos de ellos con diversas alturas. Por tanto, aquí se describen los trabajos de evaluación técnica de campo efectuados en la zona de Oxtotipac, municipio de Otumba y en la parte noroeste de la cabecera municipal de San Martín de Las Pirámides; de los cuales se derivaron una serie de recomendaciones para su solución y/o mitigación específicas.

SE22-12

PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL PEÑÓN DE LOS BAÑOS; MÉXICO, D.F.

Castañeda Leonides Fausto¹, Carlos Valerio Víctor², Mejía Cisneros Nohemi¹, Xolocotzi Rodríguez Xochitl¹, Amancio Rojas Diego¹ y Castro Guzmán José Cruz¹

¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

²Secretaría de Protección Civil, Distrito Federal
leo82azul@yahoo.com.mx

El Peñón de los Baños es una elevación menor y está ubicado en la Delegación Venustiano Carranza, al NE del Distrito Federal. Es una estructura volcánica de composición andesítica, está formada por una sucesión de flujos piroclásticos y derrames de lavas no diferenciado del Mioceno Tardío (Vázquez y Jaimes, 1989). Actualmente, alrededor del peñón se encuentra una alta densidad de población e infraestructura civil de gran importancia, la cual está siendo afectada principalmente por agrietamientos y en menor medida por procesos de remoción en masa. Para

caracterizar los peligros que afectan a la zona, se lleva a cabo la descripción y cartografía de estos fenómenos geológicos.

El agrietamiento se determinó en forma directa, con base en las características morfológicas del terreno y afectaciones en la infraestructura civil. Los agrietamientos alrededor del Peñón de los Baños siguen un patrón NE-SW con un arreglo principalmente paralelo y destacando en algunas zonas arreglos de tipo echelón, abanico y curvilineares.

Los procesos de remoción en masa observados en el flanco SE del peñón son de tipo caídos, los cuales se definen como un descenso rápido y libre de bloques de roca de gran tamaño. En algunas zonas, se presentan mecanismos de desprendimientos en caída libre así como rodamientos, generados por residuos del primer caso o por bloques separados de la masa rocosa. Finalmente el volteo ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque, cae fuera de un punto que sirve como pivote en la base del mismo; este mecanismo se presenta como volteo de bloques, resultado de discontinuidades espaciadas y con apertura.

Cabe destacar que el estudio y caracterización de los peligros geológicos continúa y se realiza a mayor detalle, para obtener como resultado final el Mapa de Zonificación de Peligros para el Peñón de los Baños.

SE22-13

PELIGRO GEOLÓGICO DE LA ZONA PLAYA SALDAMANDO - EL MIRADOR EN LA AUTOPISTA TIJUANA - ENSENADA

Gómez Castillo Gemma y Suárez Vidal Francisco
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
gomezcc@cicese.mx

La carretera de cuota Tijuana-Ensenada es una arteria vial escénica que se extiende a lo largo de casi 110 kilómetros de la costa noroeste de Baja California. En el presente trabajo, se estudió el área entre los kilómetros 84 a 96 (desde El Mirador hasta San Miguel). Esta área es propensa a deslizamientos por la inestabilidad del terreno, lo cual se debe a que, las propiedades físicas y geológicas de las Formaciones Rosario y Rosarito Beach que dominan el área son adversas. Regionalmente, desde el punto de vista estructural y tectónico el área de estudio está afectada por fallas activas y fracturas con extensión regional. El objetivo de este estudio es determinar tasas de movimiento de cada uno de los kilómetros afectados y tratar de pronosticar donde se producirá el siguiente evento de deslizamiento que sea significativo por su tamaño, además de actualizar la cartografía preexistente.

Para determinar las áreas más propensas a un nuevo deslizamiento, se trabajó en un Sistema de Información Geográfica, en el cual se utilizaron los datos vectoriales de INEGI de 1996, insumo para producir un Modelo Digital de Elevación (MDE) con resolución espacial de diez metros; también se produjo el mapa de pendientes, un MDE en tercera dimensión, la hidrología del área y con trabajo de campo se ha refinado la cartografía geológica. Para determinar tasas de movimiento se utilizaron tres conjuntos de fotografías aéreas de los años 1973, 1990 y 2006 y, un conjunto de ortofotos digitales de 1993 como referencia; estas fotografías fueron digitalizadas y georeferenciadas. Posteriormente se hicieron traslapes entre las fotografías de los diferentes años y se midieron distancias en las áreas que presentaban desplazamiento, de acuerdo a una previa zonificación por kilómetro. Para ayudar a corroborar las mediciones en las fotografías, nos auxiliamos de una imagen LIDAR (Light Intensity Detection And Ranging) con resolución espacial de cinco metros. Finalmente, para tener más confianza en los resultados se tomaron datos con un altímetro en bancos de nivel de INEGI y en los llamados puntos Von Gruber. Los resultados preliminares indican que las zonas más propicias a un deslizamiento en el corto plazo se ubican en los km 87 y 94.

SE22-14

LA FALLA GEOLÓGICA DE SAN MARTÍN CUAUTLALPAN, CHALCO

Carreón Freyre Dora¹, Cerca Mariano¹, Gutiérrez Calderón Raúl² y Ocaranza Maldonado Jaime²

¹Centro de Geociencias, UNAM
²Centro de Monitoreo de Fracturamiento del
Subsuelo, Delegación Iztapalapa, Gobierno del D. F.
freyre@geociencias.unam.mx

Los trabajos de caracterización sobre el evento de fracturamiento ocurrido a principios de Junio de 2009, cerca del Pueblo de San Martín Cuautlalpan, Chalco, indican que corresponde a una falla geológica denominada Falla Cuautlalpan. La fractura se manifestó en la superficie afectando la infraestructura urbana a lo largo de una traza de 1300 m de longitud y un ancho de la zona de afectación de más de 50 m. La traza general de la Falla Cuautlalpan presenta orientaciones que varían de Este-Oeste a N60E.

La trayectoria recta del sistema de drenaje superficial y del fracturamiento con la misma orientación sugiere que ambos son controlados por fallas regionales. Se encontraron fracturas con la misma orientación en zonas agrícolas al sur de Cuautlalpan. De acuerdo con los mapas reportados por el Servicio Geológico Metropolitano, existen fallas con orientación consistente con la orientación de la Falla Cuautlalpan que han registrado de actividad sísmica en la zona. Por otro lado, el Servicio Sismológico Nacional ha reportado actividad sísmica en mayo de 2009 y

localiza el epicentro a menos de dos kilómetros de la localidad de Cuautlalpan. La geometría de la fractura en superficie indica un desplazamiento predominantemente lateral derecho.

La caracterización de sitio se complementó con la toma de muestras en trincheras y sobre los planos de la fractura hasta 10 m de profundidad, y se determinaron parámetros físicos como densidad de sólidos, contenido de agua natural, granulometría, contenido de materia orgánica y límites de consistencia. El análisis de las muestras colectadas indica que se trata de rocas piroclásticas que granulométricamente son arena limosas (SM) y limos de baja plasticidad (ML). Estos materiales son poco cohesivos, presentan una baja resistencia al corte, son fácilmente erosionables y eventualmente colapsables.

Con los datos presentados en este reporte se demuestra que la Falla Cuautlalpan forma parte de un sistema regional de fallas y fracturas con desplazamiento lateral, el cual afecta tanto a la Sierra Nevada como al borde oriental de la planicie de Chalco. Aunque la orientación general y la cinemática de estas fallas esta controlada por la actividad geológica regional, no se descarta que otros factores como la extracción de agua subterránea, hayan podido tener una influencia importante en la propagación del fracturamiento hacia la superficie.

SE22-15

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL FRACTURAMIENTO DEL SUBSUELO EN LA ZONA DE STA. MA. AZTAHUACAN, IZTAPALAPA, D.F.

Gutiérrez Calderón Raúl¹, Carreón Freyre Dora², Cerca Mariano² y Ocaranza Maldonado Jaime¹

¹Centro de Monitoreo de Fracturamiento del
Subsuelo, Delegación Iztapalapa, Gobierno del D. F.

²Centro de Geociencias, UNAM
rgutierrez@iztapalapa.gob.mx

La zona urbana de Sta. Ma. Aztlahuacan se encuentra en la parte central de la delegación Iztapalapa, al oriente de la Ciudad de México, en una zona donde antiguamente se emplazaba el Lago de Texcoco. En primer lugar se realizó un levantamiento cartográfico a detalle de las fracturas y deformaciones expresadas en superficie y se analizaron los registros litológicos y geotécnicos disponibles. De manera complementaria se realizó el levantamiento sistemático de perfiles con radar de penetración terrestre (RPT) para identificar la morfología del fracturamiento asociado a las variaciones estratigráficas. La correlación de la información obtenida permitió caracterizar la deformación en las zonas de contacto entre materiales con propiedades mecánicas contrastantes.

La integración de la información geológica, geomorfológica, geotécnica y geofísica ha permitido determinar que la deformación diferencial es el principal mecanismo de fracturamiento de los materiales de esta zona. La mayor parte de las fracturas registradas corresponde al contacto entre arcillas de alta plasticidad y los materiales piroclásticos, principalmente arenosos, provenientes del complejo volcánico de la Sierra de Santa Catarina. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando algoritmos especializados y posteriormente estructurados en un servidor de datos, logrando de esta manera una adecuada clasificación para el análisis.

Posteriormente estos datos fueron georeferenciados en un sistema de información geográfica para obtener correlaciones espaciales, con el fin de identificar zonas con índices de vulnerabilidad que corresponden a la asociación de los diferentes factores que intervienen en la generación y propagación de fracturamiento del subsuelo bajo condiciones específicas.

Los resultados se presentan en capas de información clasificadas por tipo sobre una carta base urbana a escala 1:5000, usando como referencia una imagen satelital de alta resolución correspondiente al año 2007.

La cartografía realizada y el monitoreo continuo del subsuelo, permitirán evaluar las condiciones de riesgo al fracturamiento que puede afectar a la infraestructura urbana en esta zona de la ciudad.

SE22-16

MEDICIONES DE MICROTREMORES PARA ESTIMAR EL ORIGEN DEL AGRIETAMIENTO EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Lermo Samaniego Javier, Espinosa Villalpando Luis Angel y Ovando Shelley Efraín
Instituto de Ingeniería, UNAM
jles@pumas.ii.unam.mx

Recientemente el problema del agrietamiento en la Cuenca de la ciudad de México ha ido en aumento y causado daño a la población y a sus viviendas, por ejemplo las grietas de la zona de Lomas de San Lorenzo, Ixtapalapa y San Martín Cuautlalpan, Chalco. Este tipo de grietas, que son difíciles de controlar, son provocadas por el hundimiento regional por efecto del bombeo de agua en estratos profundos, y se presenta en zonas de transición abrupta o por estructuras geológicas sepultadas dentro de la cuenca, (Auvinet, 2008). Aún cuando, muchas de ellas ya han sido detectadas y estudiadas, falta muchas por definir su origen, dimensiones y su crecimiento. Con el objeto de resolver este problema, en este trabajo hemos aplicado el registro de microtremores (vibración ambiental) en tres zonas de agrietamiento. Dos de ellas, ya mencionadas al inicio de este resumen, y una tercera en la zona de Texcoco, cuyo origen es diferente a los dos primeros (fracturamiento

hidráulico). Los resultados muestran una nueva aplicación del método de Nakamura (Lermo et al, 1993,1994) para este tipo de problema, ya que logra definir el origen, sus dimensiones y su probable crecimiento de las dos primeras grietas, las cuales fueron validados con sondeos geotécnicos y otros estudios geofísicos. La tercera grieta de origen diferente, no muestra cambios en profundidad por lo que dicho resultado también refuerza el origen de esta grieta.

SE22-17

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE LÁZARO CÁRDENAS MICHOACÁN, UTILIZANDO EL MÉTODO DE NAKAMURA

García Rangel Gerardo¹, Vázquez Rosas Ricardo², Garduño Mornoy Víctor Hugo¹, Hernández Madrigal Víctor Manuel¹ y Aguirre González Jorge²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Ingeniería, UNAM
canuto8@hotmail.com

La ciudad de Lázaro Cárdenas (LC) se encuentra en el sector meridional de la costa del estado de Michoacán, dentro de una de las zonas más sísmicas del país en la que se han originado los sismos de mayor magnitud en la historia de México, como el sismo de 1985 que causó graves daños en la ciudad de México. Entre los años de 1980 a 2000, y en respuesta a un progreso comercial e industrial de la Siderúrgica y Puerto Internacional, esta ciudad presentó crecimientos de 275% y de 332%, en población y vivienda respectivamente. Por lo anterior, la ciudad de LC es cada vez más vulnerable a la actividad sísmica, por lo que es conveniente tener estudios sobre el comportamiento dinámico del terreno que permitan identificar zonas de mayor susceptibilidad al movimiento sísmico.

Debido a lo anterior, se realizó la microzonificación sísmica de LC aplicando el método de Nakamura, que se basa en los cocientes espectrales de amplitudes de Fourier de microtemores. Mediante un acelerógrafo Altus Digital Recorder, modelo K2, y un sensor EpiSensor triaxial, se registró la vibración ambiental durante 15 minutos, en 83 puntos distribuidos estratégicamente en la ciudad, a partir de los cuales se obtuvieron los periodos dominantes del terreno.

Los resultados obtenidos muestran que en LC, dichos periodos varían de entre 0.0238s y 0.3625s. Con base en la relación calidad del terreno-periodo dominante, en la ciudad se distinguen tres clases de terreno: terreno muy firme con periodos de 0.0238s a 0.1s, que coincide con el periodo natural de construcciones de un nivel; terreno medianamente firme (0.1s-0.2s), coincidente con el periodo de obras civiles de dos niveles; y finalmente, terreno poco firme con periodo dominante de 0.2s a 0.3625s.

Debido a que en la ciudad de LC el desarrollo urbano se caracteriza por construcciones de uno y dos niveles (casas-habitación de interés social), existe una probabilidad alta de que durante un evento sísmico, el periodo del terreno y de la construcción puede coincidir y presentarse el fenómeno de resonancia, pudiéndose presentar daños severos e incluso el colapso de la vivienda.

SE22-18

ONDAS GEOMAGNÉTICAS Y SU RELACIÓN CON EVENTOS SÍSMICOS REGISTRADOS EN EL OBSERVATORIO DE JURIQUILLA, QUERÉTARO, MEXICO

Chávez Alegría Omar¹, Pérez Enríquez Román² y Arzate Flores Jorge²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

²Centro de Geociencias, UNAM
omarchaveza@yahoo.com.mx

Las micropulsaciones del campo geomagnético son importantes firmas de los procesos electromagnéticos que ocurren en la magnetosfera terrestre, y su análisis es muy importante para entender la dinámica de estos procesos y el comportamiento de las ondas en plasmas. Por otra parte en los últimos años se han estudiado con detalle las variaciones de numerosos parámetros ionosféricos con vistas a su posible aplicación en la predicción de terremotos. Se puede comprobar, por tanto, que las causas primordiales de las alteraciones de la ionosfera por terremotos se encuentran, por una parte en la emisión de las señales electromagnéticas (SEMs) y su posterior propagación e interacción con las diversas partes de la ionosfera. El observatorio geoelectromagnético de Juriquilla, Querétaro, lleva haciendo observaciones continuas desde junio del 2004 a la fecha recopilando información a través de un magnetómetro tipo fluxgate. En este trabajo se muestra el análisis de eventos tectónicos con magnitudes $M > 5.5$ en México durante el año de 2005 y su comparación con el campo total registrado en el observatorio, además se correlacionan algunos eventos con el índice Dst ecuatorial correspondientes a perturbaciones magnéticas con la finalidad de discriminar la variable más importante, la actividad solar.

SE22-19

APLICACIÓN DE LA DECONVOLUCIÓN DE EULER EN 3D AL ANÁLISIS DE RIESGOS POR FALLAS EN EL GRABEN DE BAHÍA DE BANDERAS

Alatorre Zamora Miguel Ángel¹, Maciel Flores Roberto²,
Rosas Elguera José¹ y Pérez Rodríguez Gerardo¹

¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara
alatorre2004@hotmail.com

Son pocos los estudios desarrollados en la zona del graben de Bahía de Banderas, sobre todo para la inferencia de fallas. Sin embargo, los resultados de estos estudios coinciden con los expuestos en estudios anteriores. Así, otros resultados que no suelen aparecer en estudios superficiales enriquecen el conocimiento de fallas geológicas enmascaradas y escondidas que pueden conllevar al desarrollo de una prevención de riesgos a futuro.

El área de Punta Mita, en el extremo noroeste de Bahía de Banderas, contiene tres unidades geológicas principales: granito, basalto y areniscas y conglomerados recientes. Las rocas graníticas predominan en el área que rodea a Bahía de Banderas. La edad de algunos granitos ha sido estimada entre 90 y 100 Ma (Ferrari et al., 1997). Edades radiométricas de basaltos localizados al norte y noreste de la bahía varían desde 0.48 a 3.4 Ma (Lange y Carmichel, 1991; Righter y Carmichel, 1992; Righter et al., 1995). La edad de un afloramiento basáltico en Punta Mita es reportada por Gastil et al. (1979) como de 10.2 Ma.

El presente trabajo consiste en la inferencia de fallas mediante el análisis de anomalías aeromagnéticas tomadas a 300 m sobre el terreno. El análisis se ha realizado empleando deconvolución de Euler. Tales estructuras pueden considerarse de riesgo por deslizamientos de laderas, para construcciones en poblaciones importantes del área o por sismicidad.

De estudios previos se ha inferido la presencia de grandes fallas que pudieran tener alguna actividad tectónica. Destaca la presencia de fallas formando al Graben de Bahía de Banderas, orientadas NW-SE, sobre todo a lo largo del extremo sureste del área.

La deconvolución de Euler de datos aeromagnéticos reducidos al polo confirma la presencia especialmente de la falla que forma el borde noroeste del Graben de Banderas, inferida por otros autores. Además, el mismo proceso describe una falla que atraviesa a lo largo de la parte central del área, acompañada de fallas menos profundas y más locales, y varias fallas que atraviesan algunas poblaciones y que no tienen expresión superficial. Estas fallas posiblemente puedan afectar a dichas poblaciones con hundimientos como los que ocurren en otras zonas del país que se asientan en depósitos sedimentarios. Considerando los resultados de la deconvolución de Euler con índice estructural de 0.5 se ha esquematizado la presencia de las fallas que mejor se disciplinan. Sobre las trazas de fallas inferidas en la zona se obtuvo una densidad de fracturamiento que representa la posible zona de afectación por tales fallas.

Especial atención debe ponerse a dos fallas de rumbo NE-SW que atraviesan a lo largo del Valle de Banderas. Otra falla importante es la que atraviesa la zona de Oeste a Este, ya que si se localiza sobre rocas de baja cohesión, intemperizadas y con un grado de pendientes que conduzcan a deslizamientos, podría acelerar a los mismos; especial énfasis se deberá poner además si existen poblados a lo largo de la misma.

SE22-20

DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA A TRAVÉS DE SIMULACIONES DE MONTE CARLO

González Herrera Raúl¹, Narcía López Carlos¹ y Borraz Santiago María Alejandra²

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

²Consultoría Privada
ingeraul@yahoo.com

En nuestro país existen distintas metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica, siendo la mayoría de ellas comparativas, en las cuales se asignan los niveles de vulnerabilidad al relacionar el sistema constructivo o materiales empleados con respecto a ciertos índices o daños esperados, observándose que en casos más complejos se emplean modelos que relacionan variables adicionales como el periodo natural de la estructura, el año de construcción, la irregularidad del sistema, entre otros.

Asimismo, para ciudades con un sinnúmero de edificaciones que presentan periodos muy similares o construcciones que emplean materiales homogéneos, los modelos de vulnerabilidad más empleados no son, necesariamente, los idóneos, por lo cual éstos deben ser modificados para complementarlos y adecuarlos, o simplemente hacer otros que sean específicos. No obstante lo anterior, cuando las propiedades mecánicas o algunos parámetros requeridos por el método son complejos de obtener y no se cuenta con ellos, se recurre a métodos probabilísticos complejos o –por lo menos– a simulaciones de ellos, como las del método de Monte Carlo.

Para el caso específico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas existe un número importante de construcciones de este tipo, mismas que no pueden, ni deben, ubicarse con

el mismo índice de vulnerabilidad, por lo cual en esta investigación se realizó una correlación entre la resistencia de las piezas, las características de regularidad del proyecto arquitectónico y la densidad de muros. Para el estudio se obtuvo el análisis de vulnerabilidad a través de la densidad de muros con propiedades simuladas, empleando sismos recientes para Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y las Normas Técnicas Complementarias para Mampostería estructural del Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

SE22-21

IMPLEMENTACIÓN DE RED HIDROPLUVIOMÉTRICA CON TRANSMISIÓN SATELITAL EN LA CUENCA DEL RÍO LA ANTIGUA, VERACRUZ

González Martínez Francisco Javier, Sánchez Orea Jesús,
Pereyra Díaz Domitilo y Pérez Sesma José Antonio Agustín
Universidad Veracruzana
fgonzalez@uv.mx

La cuenca del río La Antigua tiene un área aproximada de 2 827 km², distribuida una pequeña porción en el estado de Puebla y la mayor parte dentro del estado de Veracruz. El colector principal nace en la Sierra Madre Oriental al norte del Pico de Orizaba, en su recorrido abarca municipios como Ixhuacán de Los Reyes, Coatepec, Jalcomulco y Ciudad Cardel, desembocando en la Boca La Antigua en el Golfo de México. El control y la vigilancia de las cuencas son los primeros pasos que deben plantearse en orden a establecer una serie de medidas, relacionadas con la utilización y la protección de los recursos hidrológicos, para poder abordar los problemas de sobreexplotación y prevención de desastres que en los últimos tiempos se han suscitado con mayor frecuencia. La cuenca del río La Antigua es, sin duda, de interés en la división hidrográfica del Estado de Veracruz por el impacto ambiental que ha sufrido, así como por la cantidad de población que concentra. Actualmente, las mediciones de cantidad de lluvia y nivel del río en la cuenca se llevan a cabo por aforadores que realizan lecturas directas una vez al día, a través de un pluviómetro y una regla limnimétrica ubicados: el primero en la parte alta de la cuenca, donde se presenta la mayor precipitación y el segundo en el remanso de la cuenca donde es importante cuantificar su gasto; los resultados de estas mediciones se transmiten por voz vía radio, y por escrito. Sin embargo, los datos así tomados no son lo suficientemente certeros y oportunos. Por lo tanto, es importante contar con una red hidroluviométrica implementada con la instrumentación adecuada para medir las variables de nivel y precipitación de forma continua, con exactitud y precisión, para lograr un correcto análisis. En este trabajo se integraron instrumentos de medición electrónicos diseñados para trabajar bajo condiciones climáticas severas que no requieren de mantenimiento frecuente, estos proporcionan lecturas constantes, y que acoplados a un transmisor satelital permiten establecer comunicación en áreas remotas, donde no hay cobertura GSM o línea de vista para los radio transmisores, poniendo a disposición los datos en cualquier sitio y en todo momento a través de la Internet. Aquí, se reportan las mediciones obtenidas a través de este sistema, las cuales se publican en un sitio Web en un formato de fácil interpretación. La información obtenida de esta red hidroluviométrica puede ser usada con fines de investigación o alerta temprana.

SE22-22

APLICACIÓN DEL MODELO HEC Y CADENAS MARKOVIANAS PARA LA GENERACIÓN DE ESCENARIOS HIDROLÓGICOS EN UNA MICROCUENCA FORESTAL DE MICHOACÁN, MÉXICO

Amador García Alfredo¹ y Pineda López Raúl Francisco²

¹Facultad de Biología, UMSNH

²Facultad de Ciencias Naturales, UAQ
alfredo.amador.garcia@gmail.com

Se usó el modelo HEC (US army corps) para simular escurrimientos superficiales de una microcuenca forestal de 44 km² en Michoacán, México. Los valores de Curva Numérica se obtuvieron por reclasificación de tipo de suelo, uso de suelo y vegetación usando un Sistema de Información Geográfica. Las pérdidas iniciales de precipitación fueron estimadas experimentalmente en lotes de escurrimiento de 1.25 x 5 m, adyacentes a individuos de diferentes especies arbóreas. Monitoreando con dispositivos automatizados la salida de dos Áreas de Captación, se generaron hidrogramas en series de tiempo de 5 minutos, correspondientes al escenario basal del año 2004. Aplicando cadenas markovianas se proyectaron otros dos escenarios: uno tendencial, que proyecta las probabilidades observadas de cambio de uso de suelo y vegetación en 10 años, y un escenario de conservación, que considera el mantenimiento de Bosque de Abies en la parte alta de la cuenca. Ambas simulaciones mostraron incrementos en la magnitud del escurrimiento y la reducción del tiempo en que éste alcanza su mayor caudal. En eventos extremos (43 mm) se observa el surgimiento de nuevas pulsaciones en los hidrogramas de escurrimiento, pero el escenario de conservación mostró la posibilidad de retener más de 9,000 m³ en contraste con el escenario tendencial. Simulaciones de este tipo pueden ser útiles en la planeación del manejo de cuencas, para anticipar las consecuencias de la respuesta hidrológica de acciones sobre la vegetación. Para esta área del estado de Michoacán, en particular, son necesarios programas de conservación de la vegetación no solo en las partes altas, sino en toda la microcuenca.

SE22-23

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CARTOGRAFÍA DEL PELIGRO POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE YAUTEPEC, MORELOS, MÉXICO

Zúñiga Tovar Ángel Emmanuel y Novelo Casanova David A.

Instituto de Geofísica, UNAM
geo_graphos@hotmail.com

Las inundaciones en el municipio de Yauteppec de Morelos, ha sido un problema constante. En los últimos 30 años el río ha presentado doce periodos de desbordamiento de los cuales únicamente tres han sido registrados por parte de las autoridades de protección civil del municipio y los nueve eventos restantes están contenidos dentro de las experiencias de la población en anteriores eventos.

El resultado de este trabajo permitió elaborar y comparar la cartografía de peligros por inundaciones para el municipio de Yauteppec de Zaragoza desarrollada mediante dos procedimientos. Con el primero, se utilizó el Manual para la Elaboración Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, en su apartado de Fenómenos Hidrometeorológicos, elaborado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Esta metodología permitió identificar las principales características hidrológicas de la cuenca del río Yauteppec. Se determinaron 50 áreas topográficas a lo largo de aproximadamente 15 km, que comprenden la longitud del río en el área de estudio. Así mismo, se determinó su condición de desbordamiento comparando áreas geométricas del río y las áreas hidráulicas obtenidas de la cuenca. Se obtuvo la cartografía de peligros para tres tiempos de retorno ($T_r = 2$, $T_r = 5$ y $T_r = 10$ años) con diferente intensidad de precipitación. Así mismo, se calculó el área con posibilidad de impacto para cada tiempo de retorno, la cual fue del orden de los 18 a 22 ha. Finalmente, la ocurrencia de un evento se determinó probabilísticamente con un rango de cero a uno, siendo cero el valor con menor probabilidad de ocurrencia y el uno el de mayor probabilidad. Para el $T_r 2$ su probabilidad de ocurrencia estaría en el orden de 1, lo que significa que es muy probable que ocurra un evento durante este período. Para los $T_r 5$ y 10 su probabilidad está dada por 0.5 y 0.2 respectivamente. El segundo procedimiento permitió elaborar una cartografía cualitativa de peligros por inundación a partir de los datos recabados de 282 viviendas seleccionadas y encuestadas mediante un muestreo estadístico a 1057 viviendas. Cabe destacar que la cartografía elaborada corresponde únicamente al evento ocurrido en el año 2003 debido a la cantidad de información disponible de ese evento.

Finalmente, la comparación de la cartografía obtenida permitió validar ambos procedimientos. El resultado al aplicar el manual del CENAPRED aportó un área probable de inundación de 18 a 21 ha (0.21 km²) y la cartografía cualitativa identificó un área de 22 ha (0.22 km²). Cabe destacar que los resultados fueron representados en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

SE22-24

IMPACTO DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LA VEGETACIÓN POR DISTINTAS REGIONES CLIMÁTICAS EN MÉXICO (1982-2006)

Galván Ortiz Luis Manuel y Magaña Rueda Víctor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cohualt09@gmail.com

En el presente trabajo se usa el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés), para analizar la sequía en México. Los impactos de la sequía dependen de la magnitud de la amenaza y la vulnerabilidad. El SPI es un índice normalizado que proporciona información de la magnitud de la sequía meteorológica, lo que permite desagregar el riesgo en vulnerabilidad y amenaza. Una aproximación de los impactos en la vegetación de las variaciones en la lluvia lo constituye el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI, por sus siglas en inglés) que proporciona información sobre la magnitud del estrés hídrico de la vegetación. Mediante SPI-NDVI es posible caracterizar la resiliencia de diversos tipos de vegetación. Se utilizan los casos de sequía bajo condiciones Niño, para mostrar como la resiliencia es diferente para bosques de coníferas, selvas y cultivos (temporal y riego). Para ello, se examina la desviación de la señal y el tiempo de recuperación. Usando los periodos 1982-83 y 1998-2002 correspondientes a sequías en la mayor parte del territorio mexicano, se encuentra que los ecosistemas se recuperan en los meses de lluvias normales o por arriba de lo normal. Ante esto, surge la pregunta sobre ¿Cuánto tiempo deben estar los ecosistemas expuestos a estrés hídrico para colapsar? Es probable que la sobrevivencia de algunos ecosistemas dependa de la periodicidad futura de años muy húmedos en periodos secos más frecuentes.

SE22-25

ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO PRELIMINAR PARA IDENTIFICAR ZONAS DE RIESGO DE LAS CARTAS ZACATECAS Y GUADALUPE ESCALA 1:50,000

Escalona Alcázar Felipe de Jesús^{1 y 2}, Delgado Argote Luis A.² y Rivera Salinas Alma Fabiola¹¹Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, Gobierno del Estado de Zacatecas²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

papiasca@yahoo.com

En este trabajo se analiza de forma conjunta la geología y la geomorfología para identificar zonas de riesgo en las cartas Zacatecas y Guadalupe con el objetivo de aportar elementos que permitan realizar una planeación efectiva del desarrollo urbano.

La base de la secuencia estratigráfica del área de estudio es del Cretácico Inferior y está integrada por la Fm Zacatecas (FZ) constituida por wackas y escasos derrames de lava. Esta formación está cubierta por el Complejo Volcanosedimentario Las Pilas (CVLP) formado por basaltos, wackas y dioritas que son cubiertos en discordancia erosional por el Conglomerado Rojo de Zacatecas (CRZ) de edad Paleoceno-Eoceno, que a su vez está en contacto gradual con la Secuencia Volcánica del Terciario (SVT) de edad Eoceno-Oligoceno. La secuencia del Mesozoico registra un evento compresivo durante Cretácico Tardío-Paleoceno y al menos cinco etapas de extensión que ocurrieron durante el Cenozoico. Las etapas de deformación provocaron el desarrollo de foliación y fallamiento inverso en la FZ y CVLP y la reactivación y formación de fallas normales en toda la secuencia. Debido a las diferencias en su resistencia mecánica, las rocas presentan diferentes características de deformación, la FZ está foliada, en el CVLP los basaltos varían de leve a intensamente fracturados; mientras que el CRZ y la SVT están variablemente fallados. Además, en el CRZ y la SVT, principalmente, tienen diferentes grados de consolidación/soldamiento, lo que favorece la erosión diferencial.

Con el objeto de identificar las zonas de erosión intensa y las zonas propensas a riesgo, la información geológica se conjuntó con el análisis geomorfológico de las cartas Zacatecas y Guadalupe escala 1:50, 000. En la superficie analizada, de 1, 320 km²,

el análisis geomorfológico consistió en dividir las cartas en cuadros de 1 km de lado. En cada cuadro se obtuvieron los siguientes parámetros: densidad de disección, densidad general de disección, profundidad máxima de disección y energía del relieve. El rango de valores de cada medida es: 100 a 13 525 m/km², de 0 a 39 613 m, de 0 a 200 m y de 0 a 309, respectivamente. Durante el trabajo de campo se definieron los umbrales de las condiciones en las que se generan paleodeslizamientos de laderas, estos valores son: densidad de disección > 5000 m/km², densidad general de disección > 50 km, energía del relieve > 170 y profundidad máxima de disección > 80 m.

El resultado del análisis conjunto de la geología con la geomorfología ha permitido identificar que en las zonas de erosión intensa que se manifiestan con el desarrollo de erosión diferencial, agrietamientos semicirculares concéntricos, inestabilidad de taludes y fracturamiento con escaso desplazamiento vertical. Las zonas en las que se identificaron estos rasgos están asociadas con rocas poco o moderadamente consolidadas y con fracturamiento intenso.

SE22-26

EL RIESGO DE DESASTRES POR INUNDACIÓN, LAS DIFERENCIAS SOCIALES Y SUS IMPLICACIONES EN LA VULNERABILIDAD

De la Parra Arellano Myriam Giselle

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS
mgdelaparra@ciesas.edu.mx

Posteriormente a las inundaciones registradas en 1998 y en 2005, la llanura costera de Chiapas se ha convertido en el centro de atención de investigaciones con distintos enfoques disciplinarios ante la vulnerabilidad constante y latente de la población.

Este trabajo se basa en los resultados finales de la tesis de Maestría en Ciencias en Medio Ambiente y Desarrollo Integrado (CIEMAD-IPN) titulada "VULNERABILIDAD DIFERENCIAL ASOCIADA AL RIESGO DE DESASTRE POR INUNDACIÓN EN LA COLONIA JOAQUÍN MIGUEL GUTIÉRREZ (CJMG), PIJIJAPAN, CHIAPAS" donde se realizó una tipología de los sectores sociales que componen a la localidad CJMG, los cuales se encuentran caracterizados por una estructura social, económica y política diferente entre los actores pertenecientes a cada sector. Los tres sectores identificados son: los ejidatarios, los pequeños propietarios y los avicindados (este último se encuentra compuesto a su vez por los comerciantes y los jornaleros). Las relaciones sociales, económicas y políticas se desarrollan por medio del acceso a la tierra y actividades económicas. La caracterización de cada sector fue el eje central en la recopilación de la información necesaria para realizar el análisis de la vulnerabilidad diferencial.

Otro resultado de la investigación es la propuesta de una tipología de vulnerabilidad la cual se divide en baja, media y alta. Sin pretender desarrollar un índice se tomaron como base las características cualitativas que permiten que algunos actores sean resilientes o menos vulnerables y otros muy vulnerables ante el riesgo de desastre por inundación en CJMG.

Palabras clave: Vulnerabilidad diferencial, riesgo de desastre, inundación, costa de Chiapas.

SE22-27

MODELO DE INDICADORES CUANTITATIVOS DE VULNERABILIDAD POR AMENAZA SÍSMICA EN HOSPITALES

Morán Rodríguez Sonia y Novelo Casanova David A.

Instituto de Geofísica, UNAM

sonymr@hotmail.com

Las instalaciones hospitalarias, por sus características, representan la edificación que brinda la primera respuesta ante una situación de emergencia, especialmente en el caso de sismos, por lo que el mantenimiento y preparación de estas construcciones llega a ser vital e indispensable en caso de una contingencia para la población afectada. Por este motivo, es vital determinar tanto su vulnerabilidad física como funcional y desarrollar metodologías de análisis que permitan adecuar las condiciones existentes y construir mecanismos y estrategias que garanticen su seguridad y funcionamiento ante estos casos de emergencia. La preparación, desarrollo e implementación de planes de acción disminuye la vulnerabilidad y reduce los posibles daños en situaciones de desastre.

Los indicadores de cuantificación de vulnerabilidad son un primer paso para medir o dimensionar el riesgo de una manera apropiada. En este trabajo se desarrolla un modelo utilizando sistemas de indicadores para evaluar los niveles de vulnerabilidad de la infraestructura hospitalaria.

La metodología planteada tiene las siguientes características:

- Una serie de indicadores contenidos en variables y parámetros diversos.
- Es de carácter preventivo y podrá ser aplicado en centros hospitalarios ya construidos
- Contiene parámetros a ser evaluados en aquellos edificios por construir.
- Tiene un carácter didáctico de tal forma que permite la capacitación de personal adecuado para aplicarlo

Los beneficios del modelo son:

- La determinación de los niveles de vulnerabilidad de la edificación mediante indicadores cuantitativos.
- Establecimiento de parámetros que fortalezcan la función hospitalaria durante un desastre
- Desarrollo de mecanismos para el registro, clasificación y sistematización de información sobre la vulnerabilidad hospitalaria ante un sismo.
- Identificación de las necesidades hospitalarias con relación a la seguridad del edificio y las acciones que las autoridades del centro hospitalario deben llevar a cabo para la prevención y atención de desastres.
- Identificación de acciones a corto, mediano, y largo plazo para garantizar la seguridad y adecuada función del edificio
- Cuantificación del grado de vulnerabilidad económica de la edificación.

SE22-28

PERCEPCIÓN DEL RIESGO COMO FACTOR DE VULNERABILIDAD ANTE AMENAZA VOLCÁNICA. ESTUDIO DE CASO: CHICHONAL (ÁREA DE INFLUENCIA NOROESTE)

Rodríguez Van Gort Mary Frances^{1 y 2}¹Facultad de Filosofía y Letras, UNAM²Posgrado de Ciencias de la Tierra, UNAM

francesrv@gmail.com

El volcán Chichonal se encuentra catalogado actualmente por la UNESCO como uno de los diez volcanes mas peligrosos del mundo con base en las erupciones que se presentaron en marzo y abril de 1982, debido a que estas fueron de gran magnitud y el material arrojado ha sido de los mas significativos en el siglo XX.

La presencia volcánica representa una amenaza para los asentamientos que se ubican en su área de influencia, debido a las características de sus erupciones y a que es un volcán activo que presenta manifestaciones constantes. Sin embargo, las investigaciones realizadas en este trabajo demuestran que los habitantes de los municipios aledaños tienen una percepción del riesgo particularmente orientada hacia la amenaza ambiental.

Los conceptos recientemente puestos en la mesa de la discusión y en actual reconstrucción como vulnerabilidad y riesgo, presenta una mayor complejidad que en décadas anteriores. Dentro de este contexto, el concepto de vulnerabilidad lo entendemos básicamente como la caracterización de la condición de la población en riesgo para responder y convivir con sus amenazas en mayor o menor grado de seguridad o peligro. Como parte del análisis de la vulnerabilidad, uno de los factores que influyen en la toma de decisiones para la mitigación y reducción de la vulnerabilidad es la percepción del riesgo.

Durante 2006 y 2007 se realizaron visitas y entrevistas a los habitantes de los cinco municipios del noroeste del volcán Chichonal para evaluar la percepción de la población que guardan con respecto al riesgo volcánico en el se encuentran. Para ello, se consideraron diversos aspectos socioeconómicos, los cuales permiten valorar la relación entre la percepción y la capacidad de respuesta de la población. Sin embargo, esta relación más compleja que el nivel económico o el poder adquisitivo por sí solos. Por este motivo, se considera relevante continuar valorando el papel de la percepción del riesgo en el aumento o reducción de la vulnerabilidad ante la amenaza volcánica.

La amenaza volcánica presenta una particularidad que la distingue de otras amenazas. El tiempo geológico es de magnitud diferente a la concepción histórica de la sociedad, lo que configura un imaginario colectivo especialmente lejano al riesgo, de hecho con un sesgo hacia una cosmovisión mágica y sincrética.

Lo anterior generalmente representa dificultad para la implementación de los programas y planes de protección civil, ya que dicha percepción no es exclusiva de los pobladores en riesgo, sino que es compartida con las autoridades y tomadores de decisiones responsables de la prevención y atención del riesgo volcánico.

SE22-29

LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL DESASTRE: LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO DE DESASTRE EN TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

Rodríguez Esteves Juan Manuel
El Colegio de la Frontera Norte
jesteves@colef.mx

Este trabajo aborda, por un lado, algunos aspectos de la variabilidad climática en el noroeste de México, en particular en la ciudad de Tijuana, Baja California. Este es un aspecto que comúnmente se asocia como la causa de la manifestación de desastres en el mundo. Por otro lado, las situaciones de vulnerabilidad de la sociedad para hacer frente al riesgo climático, juega un papel central en la conformación del desastre mismo. En primera instancia se presenta una discusión acerca de los elementos que intervienen en la conformación del desastre. En una segunda parte se discute cómo la manifestación de desastres es producto de un proceso denominado construcción social del riesgo de desastre. Posteriormente se aborda el papel que ha tenido las lluvias intensas en la historia de Tijuana como detonadores de escenarios de riesgo.

SE22-30

POSICIONAMIENTO DE TRES CAMPAÑAS PROPAGANDÍSTICAS DEL CENAPRED SOBRE MITIGACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA DE LA UNAM

Albo Cos Úrsula¹ y Novelo Casanova David A.²
¹Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
ursuacht@hotmail.com

En este trabajo se presentan los resultados de un análisis de caso de tres medios impresos propagandísticos (tarjetas, cartel del macrosimulacro sísmico del 2008, y folleto) creados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Se describe el posicionamiento de la mitigación de daños sísmicos dentro de un pequeño sector de su público objetivo, los estudiantes de licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) dentro del campus de Ciudad Universitaria. La recolección de datos se realizó a través de encuestas cuantitativas aplicadas a una muestra de 364 estudiantes, que corresponde a un error máximo aceptable de 5% con un nivel de confianza del 95% de un universo total aproximado de 7000 alumnos de licenciatura que asisten al Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELE).

La propaganda es un método aplicado que pretende llegar a la mente del público objetivo o grupo de personas a las que interesa que conozcan algún mensaje, para así cumplir una meta. En el caso del CENAPRED, es contribuir mediante la difusión oportuna de información, al establecimiento de una cultura para la prevención de desastres y mitigación de sus efectos, dirigida a todos los sectores de la población.

Los resultados de este trabajo indican que es importante que el CENAPRED fortalezca su plan de acercamiento a su público objetivo, ya que tiene el material propagandístico necesario para hacerlo.

Las principales recomendaciones producto de esta investigación son:

1. Crear un plan de acción, con metas concretas y delimitadas, que permitan una adecuada interacción entre el CENAPRED y la sociedad civil;
2. Delimitar un público objetivo por campaña propagandística;
3. Delimitar las campañas a un tiempo y lugar específico.

SE22-31

EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO UN PROBLEMA DE GESTIÓN DE RIESGO

Magaña Rueda Víctor y Zermeno Díaz David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
victormr@unam.mx

Cuando se habla de planeación a largo plazo, el cambio climático se ha convertido en el tema por excelencia de diversos sectores socioeconómicos en el mundo. Si bien se ha avanzado en nuestro entendimiento de los potenciales impactos de cambio climático, sólo en contadas ocasiones se ha analizado el problema como uno de gestión de riesgo, en el que la amenaza está dada en términos probabilísticos, al igual que la vulnerabilidad y por tanto el riesgo. Las fuentes de incertidumbre en los escenarios deben de alguna manera ser estimadas y puestas en contexto con valores de riesgo actual. Es por ello que la construcción de los escenarios de cambio climático requiere de considerar todo el rango de posibilidades que ofrece un amplio número de modelo y los resultados presentados en forma de funciones de distribución de probabilidad. EN el presente trabajo se muestra un ejemplo de una metodología que lleva a generar escenarios regionales y su aplicación en la estimación de riesgo que lleva a proponer acciones de adaptación. El ejemplo del cambio climático bien puede aplicarse a proyecciones de condiciones del clima que constituyan un peligro.

SE22-32

RIESGOS HIDROLÓGICOS EN CUENCAS AFECTADAS POR OBRAS MINERAS ABANDONADAS DE DOS DISTRITOS MINEROS CON DIFERENTE CLIMA: EL ORO-TLALPUJAHUA, MICH. Y VALENCIANA, GTO.

Martínez Arredondo Julio César¹, Ramos Arroyo Yann
René¹, Ramírez Navarro Francisco¹ y Corona Chávez Pedro²
¹Departamento de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato
²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
juma_che@hotmail.com

Se presenta un análisis de riesgos hidrológico en cuencas con influencia de obras mineras y residuos abandonados en dos distritos epitermales con diferente clima: Guanajuato y Tlalpujahua.

Existe un gradiente térmico entre los dos distritos de 7.1 °C que representa un clima diferente. Se presenta una comparación entre climogramas históricos y climogramas del 2007. El análisis de precipitación que se hizo en cada distrito nos indica que en la zona minera de El Oro-Tlalpujahua la lluvia es más uniforme a lo largo del año, en cambio, en la zona de Valenciana, las precipitaciones son más intensas.

Los dos distritos mineros están sujetos a un régimen hidrológico estacional caracterizado por lluvias torrenciales. Los eventos torrenciales pueden desencadenar el colapso de estructuras de depósitos de jales. En Tlalpujahua ocurrió el peor desastre por deslaves de jales, en mayo de 1938, más de 400 personas perdieron la vida por el derrumbe de la presa de jales de la compañía minera la Dos Estrellas. En ambos distritos se presentan condiciones de riesgo aparte de la hidrológica y son la pendiente y la posibilidad de que existan avenidas máximas que no tengan una adecuada salida en las obras mineras.

Las lluvias máximas diarias y mensuales históricas sobre la cuenca de Valenciana, con una intensidad media de 10.42 y 10.82 mm/día, son hasta 20 % mayores que las lluvias máximas diarias registradas en la zona de El Oro-Tlalpujahua, que presenta una intensidad media de 9.01 y 9.28 mm/día.

Se presentan mapas de isolineas que muestran la distribución espacial de fenómenos hidrometeorológicos como: días con lluvia, días con tormentas extraordinarias, días con granizo, días con niebla, temperaturas máximas y mínimas.

Se trazaron curvas i-d-t, intensidad-duración de retorno, con lluvias máximas diarias y máximas mensuales, y con tormentas que se registraron en las estaciones. La isolineas generadas muestran que las precipitaciones máximas en la zona de Valenciana son más intensas, que en la zona de El Oro-Tlalpujahua.

Se simularon gastos pico, Qp, ocurridos en el arroyo Dos Estrellas y en la parte alta de la cuenca Valenciana. Los gastos producidos son de hasta 130 m³/s en el arroyo Dos Estrellas y 16 m³/s en la entrada de los jales

Se calcularon coeficientes de erosividad en tormentas del 2008 y 2009 con la información de dos estaciones meteorológicas automatizadas instaladas en el distrito minero El Oro- Tlalpujahua y dos en la zona de Valenciana. Las estaciones registraron intensidades en la zona de los jales mineros de hasta 46 mm/hrs con tasas de precipitación de hasta 125 mm/hrs.

En el Oro-Tlalpujahua la lluvia en el 2007 estuvo 22-26 % por debajo de la media y la temperatura 25 % arriba de la media.

En los jales de Valenciana, en el distrito Guanajuato, hay un drenaje que mantiene un flujo medio de 0.5-1 l/s que significa un aporte anual de 5,360 m³ de agua almacenada en los jales, este volumen de agua representa el volumen de poros que quedan en la estructura, los jales están sujetos a un potencial deslizamiento.

SE22-33

VULNERABILIDAD A EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN MANZANILLO, COLIMA

Galicia Pérez Marco Antonio, Gaviño Rodríguez Juan, Patiño Barragán Manuel, Torres Orozco Ernesto y Quijano Scheggia Sonia
Universidad de Colima
 galicia@uclm.mx

El territorio de Manzanillo, como parte de las zonas costeras del océano pacífico, está permanentemente expuesto a la ocurrencia de fenómenos naturales: geológicos, hidrometeorológicos, oceanográficos y biológicos; como ejemplo, sismos, derrumbes, ciclones, inundaciones, oleaje catastrófico, tsunamis, marea roja tóxica, también plaga nociva y epidemias, que cuando se presentan generalmente causan estragos entre la población por las pérdidas humanas y materiales que ocasionan.

En este trabajo se identifican las zonas de riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en el municipio de Manzanillo.

Se describen las condiciones topográficas, hidrológicas, climatológicas, sociales y económicas de la región para valorar la potencialidad de estos riesgos sobre todo en zonas pobladas, las inmediaciones del puerto y área industrial.

Se hace un análisis de la precipitación sobre la región en las últimas 5 décadas así como su relación con el evento El Niño, en esta forma se puede apreciar si la magnitud de dicho fenómeno, influye a su vez en la intensidad, duración o frecuencia de los hidrometeoros sobre la región de Manzanillo. Los datos históricos de precipitación y los registros de El Niño permiten lo anterior.

SE22-34

ACTIVIDADES PREVIAS DE EVACUACIÓN, REALIZADAS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL DEL ESTADO DE MÉXICO, ANTES DE LA CONTINGENCIA ERUPTIVA DEL POPOCATÉPETL DEL 18-19 DE DICIEMBRE DEL 2000

Ramos Jiménez Esteban¹, De la Cruz Reyna Servando¹ y Ortiz Ramis Ramón²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España
 investigacion10@yahoo.com.mx

El trabajo que se presenta, describe el operativo previo de evacuación realizado antes de la contingencia eruptiva del 18-19 de diciembre del 2000 en la zona poniente del volcán Popocatepetl, por la Dirección General de Protección Civil del Estado de México.

Se hace una relación de las actividades desde que se desplazó a la población de cada comunidad hasta los albergues destinados, involucrando para ello la infraestructura existente para dicho operativo, como fueron las rutas de evacuación, tiempos de traslado, cantidad de vehículos disponibles, etc.

Dicho operativo, quedó enmarcado dentro de los trabajos y acciones consideradas en el Consejo Nacional de Protección Civil a través del marco rector del Comité de Auxilio y Recuperación, que está integrado por las Secretarías de Gobernación, Defensa Nacional, Marina, Comunicaciones y Transportes y Salud. La presencia de este Comité garantizó la participación del Gobierno Federal en las labores de atención a la población durante esta contingencia volcánica.

Mediante la aplicación del Plan Operativo Volcán Popocatepetl, se pudieron ejecutar acciones de protección a la comunidad y sus bienes, incorporando a las dependencias del sector público en sus tres niveles de Gobierno, así como a los sectores social y privado del Estado de México.

La coordinación de la emergencia recayó en el Consejo Estatal de Protección Civil, que incorporó un esquema de organización participativa donde se activaron funciones para ejecutar y responder con prontitud y eficacia durante el incremento de la actividad volcánica y de su inminente erupción.

Asimismo, dentro de este mismo Plan Operativo, se contemplaron el Mapa de Planeación de Emergencias, la organización a nivel federal, estatal y municipal a partir de los Consejos Nacional, Estatal y Municipal de Protección Civil, el Comité Científico Asesor CENAPRED-UNAM; las acciones a realizar por las instituciones inscritas en el Plan, el procedimiento de activación y la infraestructura disponible, como fueron rutas de evacuación, transportes, refugios temporales, hospitales y centros de acopio y distribución.

Para cumplir con las funciones técnicas se instrumentó el Comité de Planeación, integrado por las Direcciones Generales de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación y de los Estados de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala con el apoyo del Centro Nacional de Prevención de Desastres, quien a través del Consejo Técnico Asesor y apoyado en la red de monitoreo del volcán, emitió la información sobre el comportamiento de este, que permitió tomar decisiones oportunas por parte de las autoridades de Protección Civil.

El apoyo logístico, proporcionado por la Secretaría de la Defensa Nacional a través del mando unificado en la 6ª Región Militar y con la participación de la 37ª Zona Militar ubicada en Santa Lucía, fue fundamental para el desarrollo de las acciones durante la aplicación del "Plan Operativo Popocatepetl".

Así, la encargada de realizar, desarrollar, operar y coordinar el plan fue la Dirección General de Protección Civil del Estado de México, involucrando para ello a todas las instituciones, organizadas en las diversas secciones de acuerdo a su nivel de responsabilidad.

SE22-35

ESTIMACIÓN DE COSTOS POR INUNDACIONES EN TUXTLA GUTIÉRREZ

González Herrera Raúl¹, Borraz Santiago María Alejandra² y Borraz Santiago Rafael de Jesús¹

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

²Consultoría Privada

ingeraul@yahoo.com

La estimación de daños económicos potenciales provocados por la inundación de una cuenca cobra gran importancia para la implementación de medidas de mitigación, así como para la toma de decisiones en torno a las mejores opciones pensando en el futuro de un área urbana. Una rápida y realista estimación de pérdidas económicas antes, durante y después de la inundación puede ser muy útil para la asignación de recursos orientados a la prevención, mitigación, recuperación y reconstrucción de las áreas afectadas.

No obstante lo anterior, los estudios de estimación de los costos del riesgo asociado a cualquier fenómeno natural o antropogénico son relativamente recientes en el mundo, y su importancia actual se debe a que los fenómenos naturales son cada vez más peligrosos y constantes en las diversas regiones del mundo, ya que las ciudades tienen un mayor número de elementos expuestos.

En retrospectiva encontramos que las metodologías existentes para estimar los costos surgen tras el sismo de San Fernando, California en 1971; sin embargo, en fenómenos naturales recientes se han detectado elementos que no habían sido considerados, lo que hace necesario que éstas se modifiquen y actualicen. Este proceso de actualización ha derivado en que los estudios recientes buscan conocer tanto los costos directos (elementos estructurales, no estructurales y contenidos) como los indirectos (restricción de operación, efectos sociales y falla de líneas vitales) que son más complicados de determinar. (González y Gómez, 2007).

Sin embargo, la dificultad de evaluar los costos directos e indirectos asociados al riesgo por fenómenos naturales parte de la interpretación multidisciplinaria del fenómeno, lo que dificulta asociar a las metodologías el carácter de integralidad que demanda el estudio, ya que no solo se considera el fenómeno natural, sino se debe conceptualizar la condición social de la región y sus cambios históricos.

Para el caso específico de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se observa que es una zona muy propensa a sufrir afectaciones tras la presencia de fenómenos hidrometeorológicos y que, pese a lo constante de su presencia, éstas no habían sido evaluadas cabalmente, ó más grave aún, cuando finalmente se llevaron a cabo estudios importantes por parte del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, éstos fueron limitados a ciertas regiones de la mancha urbana, trayendo como consecuencia que las soluciones propuestas adolecieran de la integralidad requerida.

Adicionalmente podemos señalar que la ciudad presenta particularidades que propician que la vulnerabilidad sea importante; siendo además, una de las ciudades de nuestro país con mayor crecimiento en su mancha urbana según los censos de población y vivienda, 2005, lo cual incrementa el factor de exposición.

Finalmente, mediante este estudio se analiza el costo estimado por inundaciones para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en periodos de retorno de 5, 10 y 20 años, basados en investigaciones previas de riesgo elaboradas por la Universidad Autónoma de Chiapas y la Comisión Nacional del Agua, mismas que analizaban la problemática del riesgo, aunque no presentaban una metodología para estimar los costos esperados para el mismo.

SE22-36

DELINEANDO LOS RIESGOS ASOCIADOS AL CONTEXTO NATURAL EN LA ZONA CONURBADA DE QUERETARO POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

Mitre Salazar Luis Miguel¹, Martínez Reyes Juvenio¹ y Bayona Celis Armando²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro Queretano de Recursos Naturales

lmitre@geociencias.unam.mx

La sociedad mexicana ha estado pagando un alto costo por la negligencia en el conocimiento del contexto físico en general y geológico en particular, como base indiscutible de un desarrollo ordenado, que pudiera responder de la manera más adecuada el embate de la acción destructiva de los fenómenos naturales.

México se ha convertido con esta actitud, en un país acostumbrado a la ocurrencia devastadora de fenómenos naturales incentivando en mucha de su población una cultura del desastre natural, como un proceso "natural, impredecible, e imposible de prevenir", eliminando con esta filosofía cualquier intento por sentar bases sólidas y necesarias en la prevención.

De manera general los efectos del desarrollo urbano desordenado presenta problemas de:

Subsistencia:

La propensión del suelo a presentar fracturamientos importantes ha sido asociada a la extracción excesiva del agua, provocando en los mantos acuíferos una súbita pérdida del volumen y generando con ello una compactación forzada de los sedimentos. Sin embargo, desde nuestra óptica tanto la ubicación como la orientación que presentan los agrietamientos, sugieren estar relacionados con el patrón geológico estructural de esta zona.

Desprendimiento y caída de bloques de roca:

El riesgo por desprendimiento y caída de roca aunque se ha presentado, no ha sido hasta el momento un fenómeno preocupante para la sociedad y las autoridades municipales a pesar del alto potencial que tiene.

Deslizamientos de tierra

El movimiento del suelo por efectos gravitatorios es un fenómeno común en muchas zonas urbanas del mundo, siendo la pendiente por una parte y la naturaleza del terreno deslizado por la otra los factores involucrados.

La ZCQ durante su desarrollo ha tendido a ocupar cada vez más zonas con cierta elevación con relación a la planicie, y en terrenos con una inclinación no siempre adecuada para la construcción segura, modificando necesariamente los atributos originales del paisaje natural.

El crecimiento urbano ha modificado la pendiente natural, propiciando que los procesos de desarrollo de suelo, vegetación e infiltración de aguas pluviales al subsuelo prácticamente hayan desaparecido por completo, generando así altas tasas de erosión, inestabilidad en las pendientes y una carga adicional de agua pluvial hacia la planicie.

Alteración de la Red Hidráulica Natural

La mancha urbana, producto de un desarrollo desordenado caracterizado por la ocupación indiscriminada y carente de un conocimiento básico de los procesos que en ahí se dan, muestra indicadores negativos generando actividades de remediación.

Los Bancos de Material: Pasado, Presente y Futuro

La ciudad contiene un sinnúmero de rasgos propios que la identifican y la convierten en un entorno único e incomparable, rasgos de orden natural y antrópicos o bien la combinación de ambos. Uno de estos son los llamados bancos de material. En la gran mayoría de los casos en el momento en que la ciudad invade la geografía de los bancos de material y están a punto de ser abandonados han sido convertidos como los sitios "ideales" para la disposición de residuos de todo tipo, disposición a todas luces clandestina, con implicaciones importantes de carácter ambiental.

SE22-37

LAS SEQUÍAS EN EL ÁREA MAYA: ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS Y ADAPTATIVAS

Audefroy Joel y Cabrera Sánchez Nelly
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
eaudfroid@hotmail.com

En este documento se presenta el estudio de la adaptación de las sociedades a los impactos de origen natural ocasionados por los cambios de clima, me refiero específicamente a las sequías. La frecuente presencia de fenómenos naturales como es la sequía, puede llegar a ocasionar desastres importantes, como lo fue en la época prehispánica de los mayas. (Península de Yucatán, México). Este estudio parte de la propuesta de R. Gill donde proporciona una explicación de la desaparición de la cultura Maya por la severidad de las sequías presentadas en las tierras bajas. La sequía provoca periodos largos de escasez de agua, generando densidad y migración de la población. Frente a esta situación, los mayas elaboraron una respuesta adaptativa a la escasez de agua: realizaron canales y chultunes, sin los cuales no hubieran podido recuperarse de periodos tan largos de sequías.

En este trabajo se intenta demostrar la hipótesis de que, los mayas han podido recuperarse de esta presencia de sequías hasta la época de la conquista, gracias a diversas estrategias adaptativas aprovechando la hidrografía superficial y tecnología disponible. La geografía peculiar de la península de Yucatán, obliga a la cultura Maya adaptarse al medio, creando una respuesta arquitectónica y tecnológica original. Este estudio forma parte de un proyecto internacional (UE-CONACYT) coordinado por el CIESAS.

SE22-38

HACIA UN CONCEPTO HOLÍSTICO DE VULNERABILIDAD

González Herrera Raúl¹, Mora Chaparro Juan Carlos² y Valdés Gonzáles Carlos²

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
²Instituto de Geofísica, UNAM
ingeraul@yahoo.com

El concepto de vulnerabilidad ha generado un gran número de definiciones y metodologías con variables necesarias para abordarla y determinarla. Con ello se han desarrollado posturas encontradas en su afán de establecerla, una es la

postura en la que se concibe una vulnerabilidad física que depende, principalmente, de las características mecánicas, condiciones geométricas y técnicas del proyecto constructivo; la otra es la vulnerabilidad que se fundamenta desde el punto de vista social y que concibe un entorno vulnerable basado en las condiciones económicas, políticas y sociales, las cuales influyen en la posibilidad del cómo vivir, y el nivel de riesgo que podemos tomar para acrecentar o mitigar la vulnerabilidad.

No obstante que ambas posturas que son divergentes, aparentemente, ambas ejemplifican –de alguna manera– la importancia del concepto de vulnerabilidad en la condicionante de riesgo de una población y el papel que ejerce el hombre en su manejo. Sin embargo, éstas acentúan distintos elementos y procesos en pro de su desarrollo o mitigación.

En este trabajo se analizan características comunes, así como las diferencias tangenciales que tienen las distintas metodologías y acepciones de este parámetro con el fin de construir un concepto de vulnerabilidad que sea holístico e integrador de las distintas posturas y que, a su vez, permita ser aplicado en ciudades con las características similares a las del estado de Chiapas.

Para lograr los objetivos propuestos se esquematizaron las metodologías más empleadas en el país y se seleccionaron los parámetros que son más influyentes en ellos. Adicionalmente se aplicaron algunas de ellas al caso específico de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y al final se valoraron los resultados que aportaron al concepto de vulnerabilidad generado con elementos tanto físicos como sociales.

SE22-39 CARTEL

RIESGOS NATURALES Y LA RELACIÓN RURAL-URBANA EN LA SUBCUENCA TÁMBULA-PICACHOS

Pineda López Raúl Francisco¹, García Amador Alfredo², Urbán Lamadrid Germán³,
Córdova Athanasiadis Milagros⁴, Bustos Contreras Diana⁵, Sanaphre Villanueva Lucía¹,
Zúñiga Tovar Berta¹, Gutiérrez Czelakowska Diana¹ y Larragivel Bustamante Víctor⁶

¹Universidad Autónoma de Querétaro

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

³Universidad Autónoma de Guerrero

⁴Universidad Autónoma del Estado de Morelos

⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

⁶Municipio de San Miguel de Allende

jtamc@yahoo.com

En este trabajo se analiza la relación entre los riesgos naturales y las condiciones socioeconómicas rurales y urbanas en la subcuenca específica Támara-Picachos correspondiente a la porción sur de la subcuenca del Alto Río Laja. Con una aproximación interdisciplinaria e integral, se determinó la localización de los riesgos geológicos e hidrometeorológicos y su efecto en el funcionamiento de la subcuenca, destacándose, (1) las inundaciones causadas por la alteración de los principales cauces de escurrimiento y modificaciones de los caminos vecinales y (2) el arrastre de sedimentos hacia la zona de emisión donde se encuentra la ciudad de San Miguel de Allende. Estos peligros tienen su origen en los procesos inadecuados de manejo de la cobertura vegetal por una población rural dispersa y donde el efecto histórico en la cuenca ha sido el deterioro de las áreas de cabecera, que han ocasionado una mayor respuesta hidrológica. Un análisis integrado de las características geomorfológicas, hidrológicas y de uso del suelo basado en unidades de microcuenca estableció que la recuperación del funcionamiento de la subcuenca. Por lo tanto, la prevención de los riesgos desde la zona rural marginada hacia la zona urbana de San Miguel de Allende requiere de la conservación de la vegetación en unidades geomorfológicas específicas en las cabeceras de las microcuencas rurales, del mantenimiento del uso del suelo actual en la unidad de paleoaluvión (microcuenca Huizachal), del ordenamiento comunitario de las microcuencas y del establecimiento de una relación económica y social mas equitativa entre las áreas rural y urbana que permita controlar los cambios de uso del suelo. Para lograr lo anterior se propone: establecer un esquema de pago por servicios ecosistémicos desarrollado a partir del fondo verde" establecido desde la gestión y administración municipal; establecer un proceso de coordinación entre las dependencias estatales, federales y municipales con una organización social por microcuencas que facilite la operación de un plan de manejo a nivel de la subcuenca y la protección y restauración de zonas prioritarias para mantener el funcionamiento y estructura de la subcuenca mediante esquemas de áreas naturales protegidas decretadas a nivel municipal.

SE22-40 CARTEL

REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE LA ACTIVIDAD DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL EN LA POBLACIÓN DE ECATZINGO DE HIDALGO, ESTADO DE MÉXICO

Valdez Pérez Verónica¹ y Novelo Casanova David A.²

¹Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

xochiquetzal_vvp@yahoo.com.mx

El volcán Popocatepetl inició una nueva etapa eruptiva en 1994 y hasta hoy en día éste fenómeno sigue presente. De acuerdo al Mapa de Peligros del volcán

Popocatepetl, el municipio de Ecatzingo de Hidalgo, Estado de México, localizado al suroeste del volcán es un claro ejemplo de las múltiples poblaciones expuestas a sus continuas erupciones. Esta población se considera en zona de alto peligro, expuesta a flujos y caída de materiales volcánicos, así como también a un posible derrumbe.

Diversas interpretaciones y acciones en torno a las erupciones volcánicas se han construido desde la ciencia, el gobierno, la religión y los medios de comunicación. La sociedad civil también ha construido sus propias interpretaciones de los acontecimientos; en donde las miradas de las instituciones mencionadas han sido legitimadas hasta cierto punto y en donde la población las ha tomado y reelaborado para explicarse las erupciones y su lugar ante ellas. Resultados preliminares de un estudio en proceso en el municipio de Ecatzingo indican que ideas como: amenaza, vulnerabilidad, riesgo, evacuaciones necesarias, un posible gran desastre, así como también, el rechazo de estas nociones, explicaciones mítico-religiosas, intereses políticos y económicos; están organizadas jerárquicamente para la población.

Para el acercamiento al pensamiento de la población sobre las erupciones y su exposición ante ellas, se utiliza el concepto teórico de representaciones sociales; debido a que esta conceptualización brinda la posibilidad de analizar la producción y reproducción de ideas, creencias, opiniones e imágenes creadas en el sentido común de las personas. Su identificación es importante porque permite explicar la aceptación o rechazo de las evacuaciones en situaciones de emergencia realizadas y por realizarse; brinda la posibilidad de prever la disposición de las personas a aceptar, o bien, participar en estrategias de mitigación del riesgo volcánico; así como identificar los elementos que influyen en el cambio de las representaciones sociales, con el fin de incidir en ellas para encaminarlas hacia actitudes favorables a la reducción del riesgo.

SE22-41 CARTEL

IMPACTO SOCIAL DE LOS DESASTRES EN LA RURALIDAD. ACACUYAGUA, CHIAPAS, MODIFICACIÓN DEL ESPACIO Y LA VIDA COTIDIANA DEBIDO A LA INUNDACIÓN DEL 2005

Antonio Nakamura Yadhira Akemi¹ y Novelo Casanova David A.²

¹Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

yadisakemi@hotmail.com

Una de las amenazas más comunes, frecuentes y universales que implican daños y pérdidas humanas, materiales y económicas; así como la modificación de procesos socioeconómicos y ambientales; son las inundaciones. En este trabajo se analiza el impacto del desastre de 2005 en el municipio de Acacoyagua, Chiapas, para ejemplificar los procesos ya mencionados a partir del análisis sociológico y de la incorporación del concepto de nueva ruralidad, el cual permite conocer los cambios en la valoración del espacio rural debido al ecologismo, la pluriactividad del campo, los cambios culturales, los nuevos estilos de vida, la interacción rural-urbana y a la presencia de los medios de comunicación; precisando con esto las condiciones de la comunidad que sufrió el desastre.

Las causas del desastre fue el resultado de la interacción de varios elementos: el huracán Stan, la modificación de la zona de captación de agua, lluvias extremas, desborde de ríos, condiciones precarias del medio ambiente; así como las actividades humanas que incrementaron la vulnerabilidad de la comunidad, los asentamientos irregulares, la invasión de zonas propensas a inundarse, la contaminación de ríos, el uso inadecuado del suelo, y la urbanización mal planificada. El desastre evidenció el riesgo y acentuó los precarios procesos socioeconómicos y ambientales al reubicar en un fraccionamiento denominado Vida Mejor a la población afectada sin considerar las necesidades y vida anterior al desastre de la comunidad.

Resultados preliminares de este estudio demuestran, por una parte, que las consecuencias de un desastre son específicas a las condiciones del lugar, y por otra, que más allá de generalizar acciones para mitigar el riesgo es importante estudiar las peculiaridades de las comunidades para aplicar medidas apropiadas. Por ejemplo, la reubicación con resultados exitosos que no interrumpen las dinámicas culturales (socioeconómicas y ambientales) de las nuevas comunidades rurales.

SE22-42 CARTEL

DETERMINACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL SURESTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY (CAÑÓN DEL HUAJUCO, LA ESTANZUELA), NUEVO LEÓN, MÉXICO

Chapa Guerrero José Rosbel, Chapa Arce Rosbell Iván, García Puente Daniel Martín, Lemus Alarcón Oscar Roberto, Garza Vela Luis Alberto, Méndez Delgado Sóstenes y Ibarra Martínez Sergio Eduardo

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

rchapa@fct.uanl.mx

En las últimas décadas, el área metropolitana de Monterrey ha experimentado un gran crecimiento demográfico a causa de que es una de las ciudades más importantes del noreste de México. El antiguo patrón de crecimiento caracterizado por la concentración de la población en grandes ciudades hace que Monterrey sea la tercera ciudad más grande del país, contando con una población de 4 millones de habitantes. Por otro lado, a falta de vivienda, la ciudad se ha expandido de

forma desorganizada hacia zonas vulnerables a la ocurrencia de desastres sobre las laderas naturales de la Sierra Madre Oriental.

Entre las laderas de la Sierra Madre Oriental con mayor problemática se pueden enumerar: (1) las laderas del Cerro de las Mitras; (2) El Cerro del Topo Chico; (3) Las laderas del Cerro de la Silla; (4) las laderas del Cerro de la Loma Larga; (5) en las márgenes del Cerro el Mirador y (6) últimamente en el Cañón del Huajuco entre la Curvatura de Monterrey y el Cerro de la Silla.

En estas zonas se han presentado diversos problemas de ingeniería, tales como: inestabilidad de taludes, el bloqueo de los cauces de corrientes superficiales por construcción de obras civiles, extracción de material en canteras aplicando métodos inadecuados, entre otros. A pesar de los avances en el conocimiento técnico y científico de los procesos geológicos que ocurren en el área de estudio o en zonas urbanas análogas, muchas zonas son aún vulnerables a situaciones de desastre.

El área de estudio está ubicada geográficamente en la región SE del Área Metropolitana de Monterrey, y geológicamente entre el frente noreste del anticlinal de los Muertos y el Cerro de la Silla, se puede considerar entre las zonas con mayor riesgo a movimientos de ladera por presentar impacto de urbanización en montaña. Geológicamente hablando, el área de estudio se constituye de Lutitas del Cretácico Superior y material del cuaternario.

La metodología que se aplica para la elaboración del estudio en el cañón el Huajuco consta de una clasificación de zonas geológicas homogéneas y zonas de pendientes, las cuales posteriormente se traslapan para determinar zonas de riesgos geológicos. Por otro lado, se analizan los efectos estructurales de la curvatura de Monterrey en la estabilidad de taludes existentes para determinar las zonas sujetas a movimientos en masa tanto de taludes naturales y artificiales, evaluando los problemas geotécnicos del área para determinar las diferentes zonas de riesgo. Así mismo, se aplican métodos geofísicos para corroborar los aspectos geológicos del área de estudio, los métodos son: eléctricos y medición de rayos gamma natural, a lo largo de algunos perfiles.

SE22-43 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DEL SUBSUELO EN LA ESCUELA "LEANDRO VALLE" PAHUATLÁN DE VALLE, PUEBLA

López Mendoza Germán¹, Martínez Flores Isaías² y Castillo Román José¹

¹Centro Universitario para la Prevención de Desastres, BUAP

²Facultad de Ingeniería, BUAP

Pahuatlán de Valle se ubica en la Sierra Norte del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son 20° 13' 12" y 20° 21' 98" N y 98° 04' 18" y 98° 12' 12" W. Limita al norte y suroeste con el estado de Hidalgo, al noroeste con el municipio de Honey, al sureste con el municipio de Naupan y al noroeste con el municipio de Tlaciutepec.

La geología regional se caracteriza por una secuencia de lutitas del jurásico inferior, las cuales son cubiertas por materiales arcillosos del cuaternario (SGM, 2004). Su topografía va desde los 1800 msnm en las zonas de mayor elevación y de 700 msnm en las partes más bajas. La precipitación media anual registrada en la región es de 500 mm.

Por consecuencia las características del medio natural y las actividades antropogénicas desarrolladas en el municipio (deforestación, urbanización, trazo de carreteras, explotación de bancos de piedra, entre otras.) favorecen la inestabilidad de laderas. Como ha estado ocurriendo desde 1999 y que se ha agudizado en los últimos dos años, donde se ha visto amenazada la infraestructura básica del municipio tales como escuelas, centros de salud e incluso la presidencia municipal.

Con base a lo anterior, se desarrolló un estudio geoeléctrico en las inmediaciones de la Escuela Leandro Valle debido a que esta se encuentra asentada en un suelo saturado, que ha sufrido asentamientos lentos que han causado daños en los edificios de la escuela y que debido a la alteración de las pendientes naturales del terreno por la construcción del auditorio se aceleró la velocidad de deslizamiento, provocando un flujo de lodo que sepultó parte de la estructura del auditorio.

El estudio geoeléctrico consistió de 21 Sondeos Eléctricos Verticales de tipo Schlumberger, con AB/2 = 150 m. El objetivo fue determinar un modelo estratigráfico del subsuelo, localizar las zonas de mayor concentración de humedad que pudieran actuar como planos de deslizamiento, así como proponer posible soluciones de estabilización.

Los primeros resultados indican que la zona de estudio presenta electroestratos de baja resistividad que se asociaron a una alternancia de sedimentos arcillosos y granulares que descansan sobre un electroestrato asociado a una lutita fracturada. Así que de manera preliminar se concluye que la escuela se encuentra en una zona de alta susceptibilidad a seguir presentando flujos de lodo que podrían desencadenar un deslizamiento de mayor magnitud. Por lo que se recomienda seguir con los estudios geofísicos y geotécnicos para caracterizar mejor la zona inestable y proponer la mejor solución de estabilización.

SE22-44 CARTEL

**EL TSUNAMI DE 1995 EN LA MANZANILLA; REFERENCIA
PARA CALIBRAR UN MODELO DE ALTURAS DE OLAS
TSUNAMIGÉNICAS EN PUERTO VALLARTA, JALISCO, MÉXICO.**

Trejo Gómez Elizabeth¹, Sánchez Aguilar John¹, Núñez
Cornú Francisco Javier¹ y Ortiz Figueroa Modesto²

¹Universidad de Guadalajara

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
e291058@gmail.com

Palabras Clave: Vulnerabilidad, Tsunami, Bloque Jalisco, SISVOC, Puerto Vallarta.

Se presentan los avances de resultados de un proyecto de investigación enfocado a las afectaciones generadas por un tsunami debido a las características de la ola (frecuencia, altura, etc.) y la extensión de la inundación tierra adentro. El objetivo general del estudio es delimitar por zonas la vulnerabilidad debido a olas tsunamigénicas mediante la utilización de un modelo digital del terreno (MDT) para el área urbana de Puerto Vallarta (PV), un destino turístico importante para México. En esta fase de trabajo se tiene un MDT de la costa del Estado de Jalisco en base a la información vectorial de la carta topográfica escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Se evaluaron las posibles fuentes de olas tsunamigénicas en la región para establecer condiciones iniciales de origen sísmico que generan un tsunami (CI); y utilizarlas en un modelo de alturas de olas tsunamigénicas (MAT) en función del momento sísmico y un área de ruptura hipotética; en el contacto entre el Continente y la Trinchera Mesoamericana.

Para tener una referencia confiable y calibrar el MAT que se utilizara para PV se trabajó con un MAT para el tsunami de 1995 que afectó la localidad de la Manzanilla en Jalisco; después de un sismo de tipo local de magnitud 8 ($M_w = 8$) con epicentro frente a las costas de Colima y Jalisco el 9 de octubre de 1995. Las CI fueron un área de ruptura hipotética de 60x120 Km con una dislocación de 4 m. Los resultados preliminares indican que en la Manzanilla; Jalisco, la altura teórica de la ola es de 3.3 m, 30 minutos después del sismo de $M_w = 8$. La altura máxima de la ola es de 4.6 m en parte NW de la Bahía de Manzanillo, Colima. Estos resultados preliminares concuerdan con los reportes de daños.

Sesión Especial

RUPTURA DE LA LITÓSFERA CONTINENTAL: DESDE LA DINÁMICA DEL MANTO HASTA LA EVOLUCIÓN DE CUENCAS Y FLUIDOS

Organizadores:

Juan Contreras Pérez
Arturo Martín Barajas

SE23-1

EFFECTS OF SEDIMENT LOADING AND MAGMATIC INJECTION ON CONTINENTAL RIFTING

Buck W. Roger y Bialas Robert W.
Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University
buck@ldeo.columbia.edu

Two very different processes may act to promote rifting of lithosphere in a focused area. Magma may act to allow rifting in continental areas of moderate heat flow, because such areas may be too strong to rift at available tectonic stress levels. Dikes radiating thousands of kilometers from large igneous provinces are commonly observed. Intrusion of a sequence of dikes along a narrow zone may heat the lithosphere enough to significantly weaken the lithosphere. Here we use a newly developed 2D numerical approach to investigate the relation between the volume of magma intruded in dikes and the amount of lithospheric weakening. Results indicate that as little as ~3 km of magma-assisted extension over 1-10 myrs may weaken the lithosphere to the point where tectonic rifting may proceed even if magma intrusion stops.

We also examine the effect of deposition of large amounts of non-locally derived sediment on extensional style using two-dimensional, regional-scale numerical experiments of extending thick continental crust. Depending on initial model conditions, the onset of rifting in thick continental crust occurs in either the narrow rifting, wide rifting, or core complex mode. With continued extension, all cases eventually transition to a narrow rifting mode. For a system in wide rift mode, sedimentation shortens the time needed to transition to a narrow rift. In the Gulf of California, changes in extensional style correlate with sediment thickness, with an earlier transition to narrow rifting in the north versus the south. We compare our model results to the extensional history of the Gulf of California, where sediments may have caused the northern and north central domain of the Gulf (through the Guaymas segment) to transition to narrow rifting before the south central domains (Aларcon segment).

SE23-2

ISOSTASIA, FLEXIÓN CORTICAL Y MODELACIÓN INVERSA DE DATOS GRAVIMÉTRICOS DE CUENCAS SEDIMENTARIAS: MODELOS CORTICALES DEL RIFT DEL GOLFO DE CALIFORNIA

García Abdeslem Juan
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jgarcia@cicese.mx

Utilizando una solución a la ecuación diferencial de equilibrio, que permite calcular la flexión cortical inducida por la carga debida a sedimentos de una cuenca sedimentaria, cuya densidad varía con la profundidad, nuestro la respuesta flexural y anomalías de gravedad debidas a modelos sintéticos de cuencas sedimentarias, considerando los casos de densidad constante y densidad variable, para diferentes valores de grosor elástico efectivo.

La ecuación que describe la respuesta flexural isostática, incorporada a un algoritmo de inversión, permite explicar la anomalía gravimétrica observada mediante la superposición del efecto gravimétrico debido al relleno sedimentario y manto, a la vez que se impone la condición de equilibrio isostático, local o regional. Nuestro resultados de la aplicación del algoritmo de inversión a datos gravimétricos del rift del Golfo de California, en el Valle de Mexicali y alto Golfo de California, acotados con datos de densidad obtenidos a partir de registros de lentitud en pozos de la región. Los resultados de la modelación inversa sugieren que el manto se localiza a una profundidad mínima del orden de 15 km y que los depocentros de las cuencas sedimentarias alcanzan una profundidad máxima entre 5 y 8 km.

SE23-3

UN MODELO 2D DE ELEMENTO FINITO PARA LA EXTENSIÓN DEL PROTO-GOLFO DE CALIFORNIA

Balderas Toral Ricardo, Contreras Pérez Juan y Helenes Escamilla Javier
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
rbaldera@cicese.mx

Evidencias paleontológicas indican la presencia de cuencas sedimentarias de ambiente marino somero intracontinental en la parte norte del Golfo de California hace aproximadamente 12 Ma. Para explicar la presencia de estas cuencas tempranas se desarrolló un modelo numérico de elemento finito 2D de la zona de subducción que existió entre los 20 y los 12 Ma en el borde continental pacífico del NW de México. Este modelo supone que al acercarse al continente la dorsal oceánica de la extinta placa Farallón, esta se retrajo, incrementando el ángulo de subducción en un factor de dos. El modelo es dinámico, su reología es newtoniana y asume una geometría de subducción inicial plana. Se experimentó con varios anchos de retracción de placa para investigar su efecto en la deformación de la corteza continental. La experimentación numérica muestra que usando un segmento plano de subducción de 200 km y parámetros materiales (densidad, viscosidad, velocidad de la placa en subducción, etc.) reportados para el manto y corteza continental es posible obtener una subsidencia intracontinental modelada de aproximadamente 1.5

km. El depocentro en el modelo se ubica entre 200 y 250 km en el interior continental que es consistente con observaciones geológicas de la zona de subducción hacia el continente en un proceso de extensión y subsidencia tras-arco en Sonora durante el Mioceno.

SE23-4

RESULTADOS PRELIMINARES DEL USO DE MODELOS ANALÓGICOS PARA EL APOYO EN LA INTERPRETACIÓN SÍSMICA DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Portillo Pineda Rodrigo¹, Cerca Mariano², González Escobar Mario³ y Rochin Bañaga Heriberto⁴
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
²Centro de Geociencias, UNAM
³División de Ciencias de la Tierra, CICESE
⁴Geología Marina, UABCS
rportillo@geociencias.unam.mx

Este trabajo esta enfocado en la reproducción a escala de la arquitectura de las cuencas Wagner y Consag en el Norte del Golfo de California. Los modelos simulan la parte superior de la corteza y fueron escalados a partir de la cartografía disponible y de las interpretaciones de datos sísmicos. Los modelos fueron construidos sobre una mesa experimental y dos placas de diferente longitud, las cuales sirven como discontinuidad de velocidad para localizar la deformación y simular la actividad de las fallas Wagner y Consag. El modelo consiste de una capa de silicón que simula la corteza dúctil y una capa de 4 cm de arena de cuarzo que simula el basamento quebradizo de las cuencas. Los modelos fueron extendidos de manera oblicua mediante el desplazamiento de una placa basal y capas delgadas de arena fina de cuarzo fueron añadidas consecutivamente para simular la sedimentación contemporánea a la extensión. Para facilitar el desarrollo experimental se supone que la sedimentación iguala a la extensión. Los resultados del modelo reproducen de manera apropiada la arquitectura de las cuencas y pueden ser de ayuda para la interpretación sísmica, aunque no es posible comparar directamente los modelos con las estructuras reales. En particular, se discuten tres puntos que fueron reproducidos en los modelos y que tienen relevancia para la interpretación estructural de esta zona: 1) el cambio de dirección, de NW-SE a NE-SW, en la parte norte de la Falla Consag; de acuerdo con la interpretación inspirada en nuestros modelos esta curvatura estaría relacionada con el desplazamiento del segmento de la Falla Consag con orientación NW-SE y la formación de un relevo que une su terminación norte con la Falla Wagner; 2) la segmentación de cuencas producida por la extensión oblicua y los altos estructurales en el basamento que dividen las cuencas; y 3) la arquitectura sedimentaria definida por los reflectores sismoestratigráficos y la localización de depocentros.

SE23-5

ESTRUCTURA DE LA CUENCA TIBURÓN GOLFO DE CALIFORNIA, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Mar Hernandez Eduardo, González Escobar Mario, Martín Barajas Arturo y Arregui Ojeda Sergio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
jmar@cicese.mx

El Golfo de California consiste de un sistema en echelón de cuencas pull-apart unidas por fallas transformes. En la mitad sur del Golfo las cuencas presentan corteza oceánica, mientras que en la parte norte, las cuencas tienen espesores sedimentarios mayores a 6 km. La Cuenca Tiburón en el margen noroeste es profunda, y registra el inicio y evolución del sistema de rift.

El procesado e interpretación de líneas sísmicas propiedad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), en una malla con 5 km de espaciamento, 6s de grabación en 48 canales nos permitió definir el patrón estructural de la cuenca Tiburón. Esta cuenca está controlada por las fallas destrales De Mar y Tiburón al oriente y occidente, con orientación N55W y N30°W, respectivamente. Reconocemos cuatro dominios estructurales: (1) Tiburón Norte presenta el alto de basamento de orientación N10°E que divide a la cuenca Delfín y presenta pliegues de baja amplitud en la misma dirección y sus flancos muestran un patrón de fallas normales al NE-SW con caída hacia ambas cuencas. (2) El dominio Libertad-Tepoca es una entrante del basamento del margen de Sonora y de la cuenca Tepoca al norte. Se caracteriza por fallas de rumbo NW (destrales) y un patrón de fallas normales NE que marcan la caída del basamento de la cuenca Tepoca. (3) El dominio Tiburón Centro está definido por múltiples fallas normales sub-paraletas de dirección NE-SW con caídas opuestas en ambos flancos y con un límite abrupto al oeste controlado por la falla Tiburón, la cual tiene una caída vertical de miles de metros. La falla Tiburón bordea el margen oeste a lo largo de ~80 km y se prolonga fuera de la cuenca al SSE. (4) El dominio Tiburón Sur forma la caída del basamento del margen de Sonora y está controlado por un patrón de fallas NNE que se conectan en ángulo oblicuo (~60°) con la falla De Mar en su extremo sur. La rampa del basamento está interrumpida en la zona litoral por fallas de orientación N-S formando grabens angostos de poca profundidad. Estos dominios estructurales definen una cuenca pull-apart con más de 6 s de registro en el depocentro, en el cual no se observa el basamento. Las fallas NW en el dominio (2) Libertad-Tepoca sugieren la probable continuidad de estas fallas destrales hacia la planicie costera de Sonora. Una zona de falla sub-paralela a la falla Tiburón es la posible conexión con la falla La Cruz en el extremo sur de Isla

Tiburón. Las fallas principales NW-SE (destrales) y el patrón de fallas secundario (NNE) cortan a los estratos más jóvenes, lo que sugiere actividad reciente aun cuando la mayor deformación de la zona de rift se presenta en el sistema de falla del Canal de Ballenas y las cuencas Delfín y Wagner al oeste.

SE23-6

WHY DID THE SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA RUPTURE SO RAPIDLY?

Umhoefer Paul

School of Earth Sciences & Environmental Sustainability, Northern Arizona University
paul.umhoefer@nau.edu

Many rifts at the margins of oceans developed over a few, to many, tens of million years before sea-floor spreading. In contrast, the southern Gulf of California developed unusually rapidly from a new oblique-divergent plate boundary to sea-floor spreading in 6 to 10 million years, from 12.5 to 6 - 2 Ma. Ruptured continental (rift to

passive) margins can be categorized as those that rupture continent interiors to form smaller continents versus those that rupture tectonically active continental margins to form terranes. The southern Gulf includes 6 spreading centers: northern East Pacific rise and Guaymas that started spreading at ~6 Ma, Alarcon that fully initiated at 2.4 Ma, and 3 others that started spreading about 2 Ma. The northern third of the Gulf has not evolved to the sea-floor spreading stage. There are six key observations in pre-rift and syn-rift geology that were likely factors in the rapid rupture, most of which are unique to tectonically active continental margins. (1) The rift margin is along the interior side of an older (Cretaceous) magmatic arc that formed a narrow belt of contrasting rheology along which the rupture occurred. (2) A long-lived Tertiary volcanic arc was the precursor to the rupture, and occurred immediately before the rifting stage. (3) The arc included a huge caldera belt active from 34 - 19 Ma, only a few million years before onset of rifting, and lies immediately under much of the southern Gulf. A previous study suggests this event caused mantle depletion and led to the wide, magma-poor rift domain. (4) Relative plate motion was rapid (~50 km/my) during the last 12.5 m.y.

of oblique divergence. (5) The oblique component of plate motion resulted in linked strike-slip and normal faults and pull-apart basins; these basins are known to produce rapid localized subsidence and thin crust promoting localization. (6) In Guaymas basin, moderately high sedimentation promoted a narrow rupture zone but did not overwhelm the system to prevent final localization as may have occurred in northern Gulf and Salton trough.

SE23-7

MICROPALAEONTOLOGÍA Y EVOLUCIÓN NEÓGENA DEL PROTO-GOLFO DE CALIFORNIA

Helenes Escamilla Javier¹, Carreño Ana Luisa² y Carrillo Rosa María¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto de Geología, UNAM

jhelenes@cicese.mx

Los modelos geológicos ubican a Baja California junto a México hasta el Oligoceno y proponen la apertura del sur del Golfo de California (El Golfo) en el Mioceno tardío o Plioceno. Pozos exploratorios de PEMEX en el norte del Golfo de California, perforaron más de 5000 metros de clásticos marinos finos del Neógeno y contienen información paleontológica nueva. Aquí presentamos nuestras observaciones micropaleontológicas en estos pozos y comentamos acerca del significado regional de estas observaciones.

Los afloramientos alrededor del Golfo son escasos, y solo indican ambientes marinos en el Golfo a partir del Mioceno tardío. Estas edades y la historia volcánica de algunas partes del área han sido usadas para proponer que el Golfo de California inició hace aproximadamente 6 Ma. Sin embargo, datos micropaleontológicos de 2 pozos de PEMEX, indican sedimentación marina en el área desde el Mioceno medio (>11.6 Ma).

Estos pozos contienen dinoflagelados y nanofósiles calcáreos que indican deposición marina en el área desde el Mioceno medio. Datos estratigráficos y paleontológicos indican sedimentación marina en el área, en profundidades máximas de 200 metros, desde el Mioceno hasta el Reciente.

Datos geofísicos del subsuelo indican dos etapas en la evolución de la parte norte del Golfo. Según nuestra interpretación, la etapa inicial empezó durante el Mioceno medio, en el lado oriental del área, cerca de Isla Tiburón y estuvo dominada por fallamiento normal que formó cuencas marinas sin basamento oceánico. Este proto-Golfo se formó durante las etapas iniciales (17 a 12 Ma) de extensión de Cuencas y Sierras en el área. La segunda etapa comenzó en el Mioceno tardío e incluye fallamiento transcurrente, vulcanismo en las márgenes de las cuencas y creación de basamento oceánico en la parte sur del Golfo. La influencia del Río Colorado parece haber llegado a esta área a fines del Plioceno, durante esta etapa.

SE23-8

HISTORIA DE LA SUBSIDENCIA DE LA CUENCA DE LAGUNA SALADA EN EL SUR DE LA DEPRESIÓN DEL SALTON, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Contreras Pérez Juan¹, Martín Barajas Arturo¹ y Herguera García Juan Carlos²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²División de Oceanología, CICESE

juanc@cicese.mx

Las regiones de la Depresión del Salton en el sur de California y del Valle de Mexicali en el norte de México son áreas de rápida subsidencia debido a transtensión a lo largo del sistema de fallas de Imperial-San Andrés y de alto flujo de sedimentos transportados por el Río Colorado. Esas áreas, por lo tanto, tienen un alto potencial de preservación de la historia climática y tectónica que ha experimentado la región. En este trabajo se presenta la historia de la subsidencia de la cuenca de Laguna Salada en el norte de Baja California. Esta se fue reconstruida por medio de un análisis de ciclicidad en una serie de señales sedimentológicas y de registros geofísicos obtenidos de dos núcleos de 42 m de largo y de dos pozos profundos perforados por CFE en esta cuenca. Los núcleos de 42 m de largo indican que laguna salada experimentó en los últimos 55 Ka variaciones en su sedimentología atribuibles a cambios climáticos por ciclicidad de Milankovitch. Esta información fue utilizada para derivar la historia de la subsidencia de la cuenca a una resolución de 20 Ka usando los pozos profundos de CFE. Los pozos profundos están localizados en extremos opuestos de la cuenca y sobre sistemas de fallas diferentes. Así, el pozo ELS1 registró la actividad de la falla Laguna Salada, mientras que el pozo ELS2 contiene la historia de actividad de las fallas que bordean la Sierra Juárez. Nuestro análisis indica que la parte norte de la cuenca inició su subsidencia hace 1.5 Ma. Sin embargo, nuestros resultados también revelan que las fallas tuvieron una actividad tectónica independiente. Esto sugiere que la actividad de las fallas en la región ha sido mucho mas dinámica de lo que se pensaba.

SE23-9

VARIACIONES ESTRUCTURALES DENTRO DEL SEGMENTO DELFIN SUPERIOR, RIFT DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Stock Joann¹, Martín Barajas Arturo², Wu Jacqueline¹,
Vidal Solano Jesús³ y Paz Moreno Francisco³

¹California Institute of Technology, USA

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Universidad de Sonora

jstock@gps.caltech.edu

El norte del Golfo de California ofrece una excelente oportunidad para comparar la evolución geológica de un segmento completo de un rift, con modelos teóricos y/o analógicos de distensión continental y ruptura de la litósfera. El segmento Delfín Superior- Tiburón Superior del Golfo de California contiene gran parte de la corteza continental adelgazada de la provincia extensional del Golfo de California, una parte en la costa oriental de Baja California, y otra en una zona amplia del continente en Sonora occidental. El límite occidental del rift en Baja California está bien establecido y delineado por el escarpe topográfico asociado con la falla San Pedro Mártir, en cambio, la margen oriental en Sonora no tiene un límite tan bien definido. Utilizamos la distribución actual de una ignimbrita extensiva, la Toba de San Felipe / Ignimbrita de Hermosillo, para documentar la evolución estructural del rift posterior a 12.5 Ma. Esta ignimbrita se depositó previo al inicio de la formación del Golfo, cuando la topografía tenía menos relieve y una pendiente general decreciente desde Sonora hacia el Océano Pacífico. La ignimbrita se emplazó formando una capa de superficie aproximadamente horizontal, que en partes siguió las cauces de los ríos y en otras fue emplazada encima de una planicie. Las variaciones actuales de altura y de echado de esta ignimbrita indican el grado de distensión y los cambios verticales que ocurrieron en este segmento del rift. Se construyó una carta geológica regional de los bordes continentales del rift para este segmento, que muestra dos parámetros: la altura de la ignimbrita, y el echado de la ignimbrita. Aunque hay bloques elevados y hundidos en diferentes sitios dentro del rift, vemos que las zonas de mayor deformación se encuentran próximas a la costa en los dos lados. Esta correlación sugiere que la línea de la costa, en ambos lados del segmento, coincide con un cambio rápido en el porcentaje de distensión total que ocurrió después de los 12.5 Ma. La preservación de la ignimbrita sobre un área tan grande en las márgenes del Golfo significa que desde el inicio del rift, estas zonas no han tenido mucho movimiento vertical diferencial, que implica poca variación en el adelgazamiento de la corteza. Estas observaciones permiten delimitar la distribución y la magnitud de la deformación que ocurrió durante el desarrollo del Rift del Golfo de California. Es importante buscar modelos teóricos de distensión que coincidan con estas observaciones.

SE23-10

EXTENSIÓN DEL MAGMATISMO SILÍCICO DEL MIOCENO INFERIOR EN LA PARTE SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA: INTEGRANDO GEOLOGÍA CONTINENTAL Y MARINA

Ferrari Luca¹, López Martínez Margarita², Orozco Esquivel María Teresa¹, Piñero Lajas Doris², Martini Michelangelo³ y Duque Trujillo José¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Instituto de Geología, UNAM
luca@geociencias.unam.mx

Se presentan los primeros resultados del estudio integrado de la geología de las márgenes conjugadas de la parte sur del Golfo de California (Baja California sur, Nayarit y Sinaloa) y las muestras de los bloques continentales hundidos obtenidas por medio del vehículo sumergible a control remoto Jason, durante el cruce ROCA en mayo 2008. El basamento de la parte sur del Golfo está constituido por rocas intrusivas de composición granítica, granodiorítica y diorítica que afloran extensivamente en el bloque de La Paz y en las islas ubicadas cerca de la costa entre La Paz y Loreto. Estas rocas se habían tradicionalmente considerado como parte del magmatismo Cretácico de Baja California que formó los batolitos peninsulares. Sin embargo existen cuerpos que, por su litología y relaciones de campo, parecen tener una edad mas joven. Con este estudio confirmamos la edad Cretácico superior de las islas de Baja California pero también documentamos la presencia de rocas ígneas de edad Mioceno inferior en ambas márgenes de la parte sur del Golfo así como en los bloques riftados submarinos. En Baja California se obtuvieron edades Ar-Ar de ~19 Ma en rocas plutónicas de la isla Santa Catalina y de ~18 Ma para rocas volcánicas de las islas Danzante y Montserrat. Estas últimas se pueden correlacionar con las ignimbritas fechadas entre 19 y 23 Ma al norte de La Paz. En la margen oriental del Golfo rocas intrusivas granitoides afloran en ventanas aisladas bajo la cubierta ignimbritica de la Sierra Madre Occidental (SMO). En Nayarit obtuvimos edades de ~19 Ma para el granito que aflora en la presa de El Cajón, muy similar a las edades de ~20 Ma reportadas anteriormente para los intrusivos de la presa de Aguamilpa y de San Juan Bautista (Ferrari et al., 2002, Tectonics) ubicados mas al norte en los rios Santiago y San Pedro, respectivamente. Asimismo obtuvimos 4 nuevas edades entre ~18 y 23 Ma para la cubierta ignimbritica de la SMO en el norte de Nayarit y sur de Sinaloa, que permiten estreñir mejor la distribución geográfica del episodio silícico del Mioceno inferior reportado anteriormente. Los perfiles de sísmicas de refracción, los registros visuales y las muestras recuperadas de 5 inmersiones al este de la cuenca Alarcon (afuera de Nayarit) y al oeste de la cuenca Pescadero (al norte de La Paz y cerca de la isla San Jose) indican que el basamento extendido de esta región está constituido en gran medida por rocas granitoides. Edades preliminares indican que algunas de estas rocas son de edad Mioceno inferior. La existencia de plutones silícicos de ~18-20 Ma en ambos lados del Golfo y en los bloques riftados indica que la fuente del episodio ignimbritico del Mioceno inferior de la SMO no estaba limitado a la margen este del Golfo sino se extendía bajo toda la región del futuro Golfo, lo que pueden haber influido sobre la generación de magma en los episodios posteriores.

SE23-11

COMPOSICIÓN GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA (SR-SM-ND) DEL VOLCANISMO RECIENTE EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA. IMPLICACIONES SOBRE EL TIPO DE LA CORTEZA EN LA ZONA NORTE DEL RIFT

Martín Barajas Arturo¹, Weber Bodo¹ y Schmitt Axel²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Department of Earth and Space Sciences, UCLA, USA
amartin@cicese.mx

El volcanismo cuaternario en las cuencas y márgenes del norte del Golfo de California ocurre de forma puntual y esporádica debido principalmente a la potente cubierta sedimentaria del delta del río Colorado. En este trabajo documentamos la composición geoquímica e isotópica de las erupciones volcánicas cuaternarias y discutimos el origen de los magmas y los procesos de acreción cortical en la zona del Rift cubierta por un grueso espesor de sedimentos. La mayoría de los volcanes cuaternarios en las cuencas del norte son de composición riolítica a andesítica con valores de #Nd altos (relativo a CHUR). Xenolitos basálticos en lavas riolíticas en el Salton Sea tienen valores #Nd de +8.5 y 6.3, respectivamente (Herzig y Jacobs, 1994). Las rocas andesíticas a riolíticas en volcanes submarinos de cuenca Delfín Inferior, Wagner y el margen peninsular (Isla San Luis) tienen valores marginalmente mas bajos (#Nd +6.5 a +4.1). Estos valores son consistentes con relaciones bajas de 87Sr/86Sr (0.70353-0.70382). El vidrio riolítico de un volcán submarino en cuenca Delfín Superior y lavas dacíticas del volcán Cerro Prieto presentan valores de #Nd, de +2.2 a +0.5, respectivamente. Estas lavas mas diferenciadas tambien presentan valores más altos de 87Sr/86Sr (0.70492-0.70661) en comparación con lavas coexistentes menos diferenciadas (andesita y basalto) en cuenca Delfín Inferior, Salton Buttes y el volcán Cerro Prieto. En general, los datos isotópicos indican diferenciación a partir de magmas basálticos procedentes de un manto empobrecido de composición similar a MORB. El aumento de Sr radiogénico y valores bajos de eNd en algunas riolitas y dacitas sugiere un proceso de diferenciación mediante contaminación con sedimentos y corteza granítica continental. Los valores mas altos de 87Sr/86Sr se relacionan con alteración hidrotermal o interacción con agua de mar.

El predominio del volcanismo intermedio-acido en el norte del Golfo de California sugiere que solo magmas de baja densidad pueden alcanzar la superficie debido a la potente cubierta de sedimentos pliocénicos. Las intrusiones de magmas diferenciados en la base de la secuencia sedimentaria (>4 km de profundidad) podrían ser abundantes y representar un componente importante de la nueva corteza bajo las zonas de ruptura de litosfera continental. El efecto de la cubierta sedimentaria como aislante térmico posiblemente modificó el comportamiento reológico de la corteza continental adelgazada y ha retardado el inicio de la dispersión oceánica, que ya ocurre en las cuencas del sur del Golfo de California desde hace 3.5 Ma.

SE23-12 CARTEL

MODELO DE FLUJO DE CALOR EN LAS ZONAS DE SUBDUCCIÓN DE LAS PLACAS DE RIVERA, COCOS Y PACÍFICO

Kohn Ledesma Ingrid Alejandra, Flores Márquez Elsa Leticia y Prol Ledesma Rosa María

Instituto de Geofísica, UNAM
ingridkl@gmail.com

Una buena parte de los eventos sísmicos y geotérmicos que tienen lugar en México, ocurren debido al efecto de la subducción que tiene lugar al oeste del país, en el océano Pacífico. Por lo tanto, para comprender mejor la geodinámica de las placas que se subducen bajo la placa de Norteamérica, y las implicaciones que estos movimientos tectónicos producen en México; se presenta un modelo preliminar de flujo de calor por convección y conducción, en las zonas de subducción de las placas de Rivera, Cocos y Pacífico. A dicho modelo se le asignaron, para conformar su estructura, datos de batimetría, gravimetría y sísmica, los cuales fueron previamente sometidos a procesamiento e inversión. Este modelo preliminar muestra la dinámica de las tres placas mencionadas y la subducción que ocurre entre ellas y la placa de Norteamérica. Posteriormente se asignarán al modelo datos de transferencia de calor y transporte de masa para completarlo y analizar los resultados, con la finalidad de entender mejor la geodinámica de las placas involucradas y hacer investigación sobre los efectos que estos movimientos tectónicos tienen sobre la sismicidad y la geotermia del país.

Sesión Especial

SIMPOSIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Organizadores:

Carlos Gay García
Cecilia Conde Álvarez

SE24-1

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO UNAM

Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 cgay@servidor.unam.mx

Se presenta el Programa de Investigación en Cambio Climático, el cual representa un gran esfuerzo institucional de la UNAM e intenta contribuir a la agenda de investigación en cambio climático, tanto de la UNAM como del país. El programa es altamente incluyente y pretende ser social y políticamente relevante.

SE24-2

CAMBIO CLIMÁTICO Y CARBONO EN ZONAS COSTERAS

Martínez Arroyo Amparo¹, Castro Romero Telma¹,
 Mendoza Mojica Manuel² y Saavedra Rosado Isabel¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero
 amparo@atmosfera.unam.mx

Uno de los retos vigentes en la investigación del cambio climático es el entendimiento de los procesos que regulan la captura de carbono atmosférico en los ecosistemas marinos, de forma que se pueda proyectar su comportamiento futuro. En las zonas costeras el impacto del cambio climático en la emisión y captura de carbono a la atmósfera está influenciado por las actividades en tierra, que pueden propiciar su funcionamiento como fuentes o como sumideros. En este trabajo se analiza la dinámica del carbono en dos ecosistemas costeros con y sin influencia urbana, en el Pacífico tropical de México.

SE24-3

ESTRUCTURA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS ESTATALES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL CASO DE ESTUDIO "ESTADO DE PUEBLA"

Herrera García Marco Antonio¹, Martínez Portugal María
 de la Cruz², Gay García Carlos² y Juárez Núñez Apolonio³

¹Sistema Estatal de Monitoreo Ambiental, Gobierno del Estado de Puebla

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP
 remapuebla@yahoo.com.mx

Este trabajo presenta la estructura sistematizada para el desarrollo de una "Estrategia Estatal para enfrentar el Cambio Climático", con la virtud de tener Capacidad de Replicación y homologación de los resultados. Los puntos que abordamos son los siguientes:

- Análisis Sistémico de la Información Histórica del Clima y Desarrollo de Escenarios para los años 2010 - 2090. Se presenta la variabilidad del clima en los últimos años, para poder identificar los posibles escenarios en el Estado de Puebla en años futuros.
- Desarrollo y Proyección del Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el Estado de Puebla. Los inventarios de gases de efecto invernadero representan la cantidad de CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, PFCs y SF₆, emitidos hacia la atmósfera durante un período de tiempo específico.
- El Balance Energético Estatal, El Desarrollo del Mapa de Energías no Convencionales y La Huella de Carbono. Se realiza el balance por fuente y por sector de consumo que contabiliza el origen, intercambio, transformación y consumo de energía. También se desarrolla el mapa preliminar de energías no convencionales (solar y eólica) y el estudio de la huella de carbono para el Estado de Puebla.
- Análisis de Vulnerabilidad y Niveles Resiliencia e Identificación Regional de Sectores de Alto Riesgo. Se muestran sectores regionales vulnerables al cambio climático debido a diversos problemas socioeconómicos.
- Desarrollo y Evaluación Integral de Escenarios: (Forestal, Agrícola, Salud, Hídrico, Alimentos, Biodiversidad, Asentamientos humanos, Socioeconómico, Energía y Comunicaciones). Se presentan los diversos escenarios climáticos por sectores y actividades.
- Procesamiento Analítico de la información y Sistematización Geográfica. Se presenta un análisis sistémico de las bases de datos, utilizando herramientas para el control de calidad y el análisis de "consistencia".
- Fomento y Fortalecimiento de Capacidades Multidisciplinarias y Generación de Información y Conocimiento. Conceptos que involucran incentivar y fomentar una cultura de sostenibilidad en el Estado de Puebla, que establezca y fomente criterios que contrarresten los efectos del cambio climático.
- Desarrollo de Estrategias de Información, Comunicación y Difusión que sensibilicen a la sociedad ante los problemas del cambio climático.

- Elaboración y Definición de las Medidas de Mitigación destinadas a reducir el impacto e incremento de los efectos del cambio climático sobre el medio ambiente.
- Elaboración y Definición de las Medidas de Adaptación ante los efectos del cambio climático y estimación de los costos que tendría el no incorporarlas.
- Transversalidad y Definición de Capacidades y Competencias Institucionales. Se contempla la estructura de gestión y coordinación que se debe construir en el Estado de Puebla entre competencias federales, estatales y municipales.
- Elaboración del Plan de Acción, Estrategias, Seguimiento y Evaluación.

Esta estructura metodológica, formula lineamientos que permiten generar planes de gestión estatales ante el cambio climático, en una plataforma con capacidad de replica y estandarización de líneas de acción.

SE24-4

ON SEASONAL VARIATION OF TEMPERATURE-CONTROLLING FACTORS IN THE SONORAN DESERT, NORTH-WEST MEXICO

Tereshchenko Iryna¹, Zolotokrilin Alexander², Titkova
 Tatiana², Brito Castillo Luis³ y Monzon César Octavio¹

¹Universidad de Guadalajara

²Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Russia

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
 itereshc@ucei.udg.mx

Correlation between albedo and dry land surface temperature can serve as an indicator of processes, which control the temperature. The term dry land is used in reference to arid, semi-arid and dry subhumid regions, whose humidification coefficient ranges between 0.05 and 0.65 according to United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and desertification, particularly in Africa. Geneva, 1994. The three main competing factors of underlying surface temperature control are an inherent feature of dry lands: first – radiation, second – evapotranspiration, third – aerodynamic control.

This study is focused on seasonal cycle of parameters, which control surface temperature in the Sonora desert (North-West Mexico). The understanding of this process is important for monitoring of desertification. This is so because in a certain year, the time span of the period, during which the radiation factor is predominant, is an important factor in the desertification process. One indirect characteristic of prevalence of the radiation factor is Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), which is an indicator of green phytomass.

The main features of the ratio between albedo and surface temperature are discussed in terms of analysis of monthly means (albedo, temperature, NDVI) in the state of Sonora (29-32N, 111-115W), in particular, within the box 30-31N, 112-113W.

The analysis of synchronous time series of albedo, surface temperature and NDVI has shown that the dominating temperature-controlling factors can switch within the year in the study area. The radiation factor is dominant in dry months (April – May) and the surface temperature is negatively correlated with albedo. This can cause generation of positive albedo-precipitation feedback, which in turn contributes to the desertification process.

The evapotranspiration temperature-controlling factor is prevailing in the most humid month, August. Positive correlation between albedo and temperature, which occurs in this month, creates conditions for generation of negative albedo-precipitation feedback, which impedes desertification.

SE24-5

ANÁLISIS DE TENDENCIAS PARA MÉXICO Y LOS PAÍSES CENTROAMERICANOS

Martínez López Benjamín, Estrada Porrúa Francisco,
 Conde Álvarez Cecilia y Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se utilizan series de tiempo de temperatura superficial y precipitación cubriendo la región de México y Centroamérica con la finalidad de cuantificar las tendencias observadas de estas variables. Además, se analizan los resultados de varios modelos de circulación general usados en el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC para estimar los cambios de temperatura y precipitación que afectarían a esta región durante el siglo XXI.

SE24-6

COMPARACIÓN DE TENDENCIAS CLIMÁTICAS HISTÓRICAS CON TENDENCIAS PROYECTADAS EN EL FUTURO PARA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN LAS INMEDIACIONES DEL ESTADO DE PUEBLA

Montero Martínez Martín José¹, Castillo Pérez Nadia Itzel²,
Espinoza Tamarindo Brisia Edit² y Pavón González Nury²

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

²Consultor independiente, IMTA

mmontero@tlaloc.imta.mx

Los efectos del cambio climático a nivel global y en ciertos puntos a nivel regional son una evidencia irrevocable del importante incremento en los niveles de gases invernadero inyectados a la atmósfera en nuestros días.

En el presente trabajo se realiza una comparación, en las inmediaciones del Estado de Puebla, entre las tendencias históricas observadas en décadas recientes y las tendencias climáticas proyectadas para precipitación y temperatura en los próximos 30 años bajo el escenario de emisiones A2.

Las tendencias históricas se obtuvieron tras realizar un cuidadoso análisis de calidad de datos y homogeneización de las series temporales de las bases de datos proporcionadas por el ERIC-III y el INE, en la región de estudio, utilizando los programas RClimDex y RHtest respectivamente. Por otro lado, las tendencias proyectadas se adquirieron tras aplicar una técnica de regionalización estadística (conocida como REA) en el conjunto de simulaciones de 23 Modelos Climáticos Globales (MCG) que participaron en el 4° Reporte de Evaluación del IPCC. REA es un algoritmo que obtiene un promedio ponderado de la anomalía de la variable en cuestión tomando en cuenta dos criterios de fiabilidad en los MCG: i) el desempeño del modelo en reproducir el clima actual (criterio de desempeño); y ii) la convergencia de los cambios simulados entre modelos (criterio de convergencia). Las anomalías proyectadas para el período 2010-2039 están dadas con respecto al período base 1961-1990, y a una resolución espacial de 0.5x0.5° (aprox. 50x50 km) después de aplicar la técnica de regionalización.

SE24-7

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL ESTADO DE VERACRUZ Y SU RELACIÓN CON ENSO Y LA NAO

Hernández Ávila Pablo¹, Ruiz Barradas Alfredo² y Tejeda Martínez Adalberto¹

¹Universidad Veracruzana

²University of Maryland, USA

pavlo.havila@gmail.com

La variabilidad climática en Veracruz posiblemente está relacionada con las oscilaciones globales pero no se tiene valorado exactamente cómo es esa relación. Los estudios con los que se cuenta no han sido elaborados concretamente para el estado, por ello describe el efecto de las oscilaciones en la entidad de una manera muy general.

Debido a las actividades económicas que en Veracruz se realizan y a que es una de las entidades más pobladas del país, es de gran importancia contar con un estudio que describa como se da la variabilidad climática en la entidad durante las oscilaciones ENSO y NAO, que son las principales que afectan al estado.

Este trabajo explora si la variabilidad climática en el estado de Veracruz en una estación dada, es el resultado de la integración de los cambios que mes a mes surgen como resultado de esas oscilaciones globales. Por tanto, se presentarán avances de una discusión sobre si los cambios que mes a mes las oscilaciones como ENSO y NAO imponen al clima veracruzano.

SE24-8

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA. UN ESTUDIO DE CASO EN APIZACO, TLAXCALA

López Díaz Fanny y Conde Álvarez Cecilia

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

magikna@yahoo.com.mx

La investigación se enfocó en proponer una metodología para usarse como guía en el análisis de los eventos extremos de temperatura (Tmax y Tmin). Se llevó a cabo un estudio de caso para el municipio de Apizaco, Tlaxcala con las series de Tmax y Tmin para el período de 1952-2003. La metodología consistió en: 1) determinar la climatología del lugar, 2) hacer una clasificación por temporadas, 3) calcular índices de eventos extremos, 4) analizar tendencias anuales y por temporadas, 5) ajustar una distribución de probabilidad a los valores extremos con la Teoría de Valores Extremos y 6) estimar niveles de retorno. De lo anterior se desprende que, en la región, para el período posterior a 1975 la Tmin mensual aumentó más que la Tmax mensual. En cuanto a los eventos extremos, sólo algunos tuvieron una tendencia significativa de aumento o disminución (anual y por temporadas), mientras que otros no presentaron cambios; además los resultados indicaron que se están teniendo Tmax y Tmin diarias más extremas. Por otra parte se encontró que una alta frecuencia de eventos extremos no es exclusiva de años con fenómenos Niño o

Niña, aunque puede haber excepciones (Niño de 1982 y 1998). En cuanto al ajuste de una distribución de probabilidad, para la variable de temperatura la distribución Generalizada de Valores Extremos resultó tener un mejor ajuste que los modelos de Picos Sobre Umbral. De aquí se obtuvieron niveles de retorno para diferentes periodos de retorno los cuales indicaron, que aún sin cambio climático, se espera tener Tmax y Tmin más extremas, lo cual puede perjudicar a sectores como el de la agricultura, ya que pueden provocar pérdidas en cultivos.

La metodología establecida puede ser útil en el análisis de los eventos extremos de temperatura para otras regiones, ya que si bien ésta es muy general, al mismo tiempo considera las características climatológicas regionales del lugar de estudio.

SE24-9

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN: ESTUDIO DE CASO EN APIZACO, TLAXCALA

Lozano Juárez Mónica Adriana y Conde Álvarez Cecilia

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

monica@atmosfera.unam.mx

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método para estimar cómo han cambiado en intensidad, frecuencia y duración los eventos extremos de precipitación diarios. Además de ajustar modelos para saber cómo se comportarán éstos en el futuro a partir de los eventos observados.

El análisis consistió primeramente en caracterizar la climatología local durante el período normal 1961-1990. La segunda parte del trabajo consistió en la determinación de once índices de precipitación extrema, de donde podemos concluir que: El número máximo de días consecutivos con muy poca precipitación ha disminuido, mientras que el número de máximo de días con precipitación mayor o igual a 1 mm aumentó. La precipitación anual total disminuyó muy poco. Se observa que el número de días con precipitación mayor a 20 mm podría haber aumentado, lo que implicaría que los eventos extremos están aumentando su frecuencia. Así mismo, se observa que la precipitación anual total mayor al 95% y al 99% han aumentado. También se observa un aumento de la máxima mensual en un día de precipitación. Por último, la precipitación anual total dividida entre el número de días húmedos (precipitación mayor o igual a 1 mm) en un año muestra una disminución en ambas tendencias. Estos resultados muestran que la media ha cambiado muy poco, mientras que el cambio en la variabilidad es mayor. Lo anterior es especialmente importante dado que esta región presenta graves problemas de fertilidad en el suelo y eventos extremos de precipitación contribuyen en gran medida a la pérdida de los pocos nutrientes del suelo. Por lo tanto, para esta región los cambios en la variabilidad de la precipitación son más importantes que los cambios en la media.

Finalmente se usó la Teoría de Valores Extremos con sus dos modelos, Asintóticos y de Umbral. En el primero se usó el método de bloques ajustando la distribución General de Valores Extremos (GEV) a los eventos de precipitación máxima de cada mes durante todo el período. El modelo se ajustó exitosamente a meses húmedos (Abril a Octubre), mientras que para meses secos el ajuste fue pobre; la información más importante se da en los niveles de retorno de cien años que muestran que es muy probable (95% de confianza) que se presenten eventos extremos de más de 90 mm, máximo observado, en septiembre e incluso casi 100 mm en octubre. En los modelos de Umbral se usaron dos métodos, distribución Pareto Generalizada (GPD) y Procesos Puntuales (PP). El umbral usado fue 20 mm (percentil 90). El modelo se ajustó exitosamente para GPD dando un nivel de retorno para 100 años que va más allá de 100 mm, lo cual es importante si eventos dentro de ese rango han causado algún problema en la región. En el caso de los de Procesos Puntuales el modelo se ajustó exitosamente también.

Los cambios observados hasta el momento son una buena aproximación de los efectos que posibles eventos futuros puedan tener.

SE24-10

PLAN ESTATAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA DE BAJA CALIFORNIA: ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO A ESCALA REGIONAL

Cavazos Pérez Tereza y Arriaga Ramírez Sarahí

División de Oceanología, CICESE

tcavazos@cicese.mx

Uno de los objetivos del Plan Estatal de Acción Climática de Baja California (PEAC-BC) es producir escenarios regionales de cambio climático para el siglo XXI a una resolución de 12 km bajo dos escenarios de aumento de gases de efecto de invernadero (GEI): B1 (bajas emisiones) y A2 (altas emisiones). Estos escenarios (o proyecciones) son necesarios para evaluar los posibles impactos que podría producir el cambio climático en diferentes sectores socio-económicos del estado.

Nuestros resultados preliminares son preocupantes porque se prevé un aumento de 1°C en la temperatura media anual en los próximos 20 años y hasta 5°C a finales de este siglo (con respecto a 1961-1990), si a escala global y regional no hacemos algo para mitigar (disminuir) la cantidad de los GEIs que estamos enviando a la atmósfera. Un grado centígrado parece muy poco, pero para los científicos representa un punto crítico sin regreso porque muchas especies podrían verse afectadas irreversiblemente. Además, si la temperatura media sube un grado, las

temperaturas extremas (temperatura mínima y máxima) podrían aumentar de 1 a 3°C en la región afectando los ciclos agrícolas, por ejemplo.

Las zonas áridas y semiáridas, como Baja California, son particularmente vulnerables al cambio climático, porque además del incremento en la temperatura se proyecta una disminución de 12% en la precipitación anual en los próximos 20 años, pero con una alta variabilidad, especialmente en invierno; lo que significa que podría haber varios años con sequías seguidos de algunos años lluviosos. La reducción de precipitación sería mayor en invierno y primavera. Esto posiblemente afectaría a los cultivos de primavera-verano que requieren de humedad y horas frío.

Para el verano se proyectan altas temperaturas y más evaporación y, por lo tanto, se pronostican ondas de calor más intensas en promedio para los próximos 20-30 años, especialmente en la parte oriental del estado. Estos cambios podrían tener efectos principalmente en la salud, en la disponibilidad de agua y energía, en la agricultura-ganadería y en el turismo.

SE24-11

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Orellana Lanza Roger¹, Espadas Manrique Celene¹,
Conde Álvarez Cecilia² y Gay García Carlos²

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

orellana@cicy.mx

Se presenta la cartografía obtenida en el "Atlas de escenarios de cambio climático en la Península de Yucatán", realizado como trabajo de base para emprender estudios futuros sobre vulnerabilidad, mitigación y adaptación. Para conocer los posibles impactos ante el cambio climático, se generaron escenarios regionales de cambio climático para el horizonte 2020, usando como base la información de temperatura media y precipitación del periodo 1961 a 1990 procedente de 48 estaciones meteorológicas regionales. Para construir esos escenarios se utilizaron cuatro modelos generales de circulación de la atmósfera acoplados al océano: HADCM, GFDLR, CGCM y ECHAM, con las siguientes salidas correspondientes a tendencias de distintas condiciones socioeconómicas y de emisiones de gases de invernadero: HADCM3A1FI, HADCM3A21, GFDLR30A21, CGCM2A21, ECHAM4A21, HADCM3B11, HADCM3B21, GFDLR3B21, CGCM2B21, ECHAM4B21. Los escenarios obtenidos fueron corroborados geoestadísticamente, por lo que la representación cartográfica es válida. El conjunto de escenarios marca una gran incertidumbre hacia el año 2020, tanto en temperatura como en precipitación, aunque se tiene un consenso de aumento de la temperatura sobre todo hacia la vertiente del Golfo de México y extensión de la sequía de norte a sur. Lo anterior se refleja en los mapas de isotermas, isoyetas, P/T, % de lluvia invernal, así como en los subtipos climáticos que se presentarían. También se puede apreciar que se tendrían condiciones estacionales climáticas más extremas. Los posibles cambios en la región tendrían consecuencias sobre el paisaje, la biota y por ende en las actividades humanas, por lo que es tarea urgente comenzar a emprender estudios subsiguientes que conduzcan a un reordenamiento territorial considerando sobre todo la gran incertidumbre que se espera.

SE24-12

EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE VERACRUZ

Torres Alavez José Abraham¹, Vázquez Aguirre Jorge Luis² y Tejeda Martínez Adalberto¹

¹Universidad Veracruzana

²Universidad de East Anglia, UK

jose_torres94@hotmail.com

El cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicado a finales del año 2007 reporta evidencias sustanciales de que el calentamiento del sistema climático es inequívoco.

En el año 2003, la Organización Meteorológica Mundial anunció la posibilidad de un incremento en los extremos del tiempo y del clima asociado al calentamiento global (WMO, 2003) e investigaciones recientes sobre detección de cambios en extremos climáticos a escala global (Alexander et al., 2006) y de grandes regiones agrupando los países de Centroamérica (Aguilar et al., 2005) y Norteamérica (Peterson et al., 2008) han encontrado evidencia de cambios consistentes con el aumento de la temperatura del planeta: incremento en los eventos de temperaturas altas, disminución de eventos de temperaturas bajas e incremento en la lluvia intensa.

Si bien no existe una definición unívoca de extremo climático, el uso de una base teórica común para definir los eventos extremos permite su estudio sistemático. En este sentido, el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI por sus siglas en inglés), ha formulado un conjunto de 27 índices de cambio climático para detectar las modificaciones en el comportamiento de los extremos del clima. Este conjunto de índices tiene como propósito que la estimación de los cambios en los extremos sea realizada en torno a una metodología común con el fin de proveer una base comparativa global.

El presente estudio tiene por objeto extender la evaluación de los índices de cambio climático en el comportamiento extremo del clima para el estado de Veracruz los cuales, en un primer estudio, muestran aumento en los días calurosos, disminución de los días frescos y ninguna tendencia significativa de cambio en la precipitación.

SE24-13

MODELLING THE NORTH HEMISPHERE TEMPERATURE FOR SOLAR CYCLES 24 AND 25

Mendoza Blanca, Mendoza Víctor, Garduño René y Adem Julián

Universidad Nacional Autónoma de México

blanca@geofisica.unam.mx

Solar cycles 24 and 25 are predicted to be low activity cycles. In the present work we attempt to model the North Hemisphere temperature for the years 2009-2031, corresponding to solar cycles 24 and 25, using a thermodynamic model. In order to assess the possible effect of reduced solar activity on temperature, we include as forcings the CO₂ and the solar activity through the Total Solar Irradiance and the cosmic ray-modulated low cloud cover changes. We use two IPCC-2007 CO₂ scenarios, one with a high fossil consumption and other with a low use of fossil sources. Also we consider two scenarios for the cloud cover: in the first one there is no cloud modulation by cosmic rays, in the second one 1% of the low cloud cover is modulated by cosmic rays. We found that for the reduced CO₂ emission scenario without other forcings, there is a reduction of 0.1°C by the year 2030. While even for the worst case, the high CO₂ emission, the inclusion of the solar activity influence would produce a reduction of 0.2°C. We conclude that reduced solar activity could produce a noticeable temperature decrease.

SE24-14

ATLAS CLIMÁTICO DIGITAL DE MÉXICO (HTTP://UNIATMOS.ATMOSFERA.UNAM.MX)

Fernández Eguarte Agustín, Zavala Hidalgo Jorge y Romero Centeno Rosario

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

agustin@unam.mx

El Atlas Climático Digital de México, integra información climática -oceánica y continental-, así como de cambio climático, de parámetros bioclimáticos y de aspectos socioeconómicos que coadyuva para que los investigadores y los responsables de la toma de decisiones, dispongan de elementos cuantitativos para hacer propuestas que contribuyan a diseñar políticas dirigidas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa ante afectaciones causadas por cambios climáticos en diversos sectores productivos, de recursos naturales y de asentamientos humanos.

El Atlas Climático Digital de México, despliega mapas de dichas variables en muy alta resolución espacial y sus bases de datos se pueden acceder libremente mediante Internet. Esta información es de importancia y utilidad para una gran diversidad de usuarios. De manera especial para los estados y municipios que requieren adaptarse al impacto del cambio climático, así como en las diferentes cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas, en donde la cartografía del clima y sus escenarios futuros son una componente fundamental.

SE24-15

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA ESTUDIOS DE IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

Conde Álvarez Cecilia, Estrada Porrúa Francisco, Martínez

López Benjamín, Sánchez Oscar y Gay García Carlos

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

conde@servidor.unam.mx

Se presentan los escenarios de cambio climático generados para los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación elaborados para la Cuarta Comunicación de México ante la Convención Marco de Naciones Unidas, y para los países Centroamericanos en el proyecto Economía del Cambio Climático de esa región.

Estos escenarios regionales deben cumplir con los criterios establecidos por el Grupo Especial del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático: Consistencia a nivel regional con las proyecciones globales; Plausibilidad física y realismo; Información apropiada para las evaluaciones de impactos (en cuanto a su resolución, horizonte y variables); Representatividad del rango potencial de cambio climático regional; Actualidad de las simulaciones; Alta resolución espacial; Validez en cuanto al desempeño en simular el clima observado; comparabilidad con estudios anteriores y estudios regionales; y, fundamentalmente, ser útiles para los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación.

Finalmente, se presentan los métodos, modelos y herramientas para analizar los posibles impactos del cambio climático en diversos sectores, y criterios para la evaluación de reducción de vulnerabilidad y aumento de las capacidades adaptativas.

SE24-16

ESCENARIOS PROBABILÍSTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Estrada Porrúa Francisco, Martínez López Benjamín,
Gay García Carlos y Conde Álvarez Cecilia
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
fepporua@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se presentan escenarios probabilísticos regionales de cambio climático utilizando métodos de simulación y el Principio de Máxima Entropía, siguiendo la metodología de Gay y Estrada (2009).

Esta metodología tiene la virtud de combinar, de manera óptima, la información generada por los modelos de circulación general con la opinión subjetiva de los tomadores de decisiones.

SE24-17

REDUCCIÓN DE ESCALA USANDO MÉTODOS DIFUSOS

Gay García Carlos, Martínez López Benjamín y Sánchez Oscar
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cgay@servidor.unam.mx

En este trabajo se utilizan las salidas de todos los modelos de circulación general empleados en el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC para extraer reglas lingüísticas simples que permiten elaborar un modelo de reducción de escala basado en lógica difusa. La técnica difusa desarrollada es aplicada para estimar los cambios de temperatura en Centroamérica asociados a incrementos globales de temperatura bajo diversos escenarios y horizontes.

SE24-18

DESARROLLO TERRITORIAL RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MICHOACÁN

Aguirre Ochoa Marx¹ y Medina Niño Rubén²
¹Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, RIMISP
²Secretaría de Desarrollo Rural, Gobierno del Estado de Michoacán
aguirremarx@yahoo.com.mx

El Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) suscribió un acuerdo con el Banco Mundial para coordinar un estudio sobre Cambio Climático y Desarrollo Territorial en tres países de América Latina: México (con la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Michoacán), Perú y República Dominicana.

El objetivo del estudio es entender cómo las iniciativas de desarrollo territorial pueden mejorar la capacidad adaptativa y resiliencia de los actores locales, de cara al cambio climático. Las instituciones locales, su contribución a una mejor gobernanza y sus servicios a los grupos sociales vulnerables, son vistas en este proyecto como claves para mejorar la resiliencia y capacidad adaptativa, incidiendo en el diseño de estrategias para mejorar la capacidad de las comunidades rurales sin sacrificar su bienestar social y su competitividad económica.

El proyecto concentra su atención en cuatro asuntos de interés:

- La naturaleza y el impacto de riesgos climáticos relevantes en distintas unidades territoriales.
- Los activos, capacidades y vulnerabilidades del territorio, con énfasis particular en los grupos sociales marginados y en sus relaciones con instituciones externas e internas.
- El papel de instituciones locales en apoyo de la capacidad adaptativa.
- La economía política de los marcos más amplios de gobernanza, dentro de los cuales las instituciones pueden facilitar el desarrollo local y la adaptación al cambio climático.

Con el proyecto se busca:

1. Contribuir a mejorar estrategias y políticas de desarrollo rural con base en un análisis riguroso de las dinámicas de desarrollo a escala territorial.
2. Desarrollar y aplicar una metodología para fortalecer la capacidad adaptativa de territorios rurales al cambio climático.
3. Fortalecer las capacidades de actores rurales en territorios seleccionados de Michoacán para interactuar con actores económicos y gubernamentales.
4. Facilitar procesos de aprendizaje mediante intercambio de experiencias con iniciativas similares en otros países de América Latina.

El trabajo de campo consiste en implementar un plan de trabajo para dos regiones expuestas a diferentes fenómenos de cambio climático (inundaciones y sequías) que incluye talleres, encuestas, focus group, actividades de capacitación y asesoría técnica a diversos actores sociales y públicos.

Las regiones seleccionadas fueron Bajío (municipios de Panindícuaro y Penjamillo) y Oriente (municipios de Epitacio Huerta y Contepec). En Bajío se trabajó el tema de inundaciones producidas por el río Lerma el año 2003, mientras que en Oriente se trabajó en base a una sequía ocurrida el año 2005.

Los datos obtenidos, se utilizarán para poner a prueba tres hipótesis principales:

1. Los grupos sociales con mayor capital social y experiencia en el manejo de riesgos climáticos tendrán mayor capacidad de adaptación,
2. Las contribuciones de las organizaciones a los medios de subsistencia y a la capacidad de adaptación de grupos sociales, se distribuirán más equitativamente cuando los acuerdos de gobernanza se caractericen por mayores niveles de participación, transparencia, y vínculos más fuertes entre las organizaciones, y
3. Organizaciones de gobernanza más fuertes y redes más densas a nivel territorial darán lugar a una mayor capacidad de adaptación.

SE24-19

PLANES DE ACCIÓN CLIMÁTICA DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN AMÉRICA DEL NORTE

Velázquez Angulo Gilberto, Garza Almanza Victoriano,
Romero González Jaime y Ochoa Márquez Glenis Masiel
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
gilberto777@gmail.com

Las Instituciones de Educación Superior (IES) deben ejercer liderazgo en sus comunidades y en la sociedad mostrando el camino para eliminar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y proveyendo el conocimiento y los profesionistas con la formación requerida para lograr la neutralidad climática.

Las IES son de manera indiscutible las instituciones más importantes para abordar el desafío del cambio climático, ya que pueden servir de modelos de neutralidad climática en sus instalaciones y enseñar a sus estudiantes las habilidades y conocimientos que requieren para abordar esta crisis mundial que ha sido identificada como un asunto de seguridad nacional por varios países.

El American College & University Presidents' Climate Commitment (ACUPCC) agrupa a más de 650 IES de Estados Unidos que se han comprometido a realizar su inventario de GEI cada 2 años y establecer un Plan de Acción Climática que tenga como meta lograr la neutralidad climática o al menos una reducción del 80% de sus emisiones de GEI para el año 2050.

En este trabajo se presenta un análisis de los Planes de Acción Climática que han implementado algunas IES de América del Norte, sus principales fuentes de emisión de GEI y los proyectos que han desarrollado con el objetivo de lograr la neutralidad climática.

Se analizan las reducciones de emisiones de GEI y los beneficios que han obtenido las IES que cuentan con un Plan de Acción Climática en cuanto a ahorros económicos, desarrollo sustentable y mejor formación de sus estudiantes para enfrentar los retos del siglo XXI.

SE24-20

INVENTARIOS Y BALANCE DE ENERGÍA PARA EL ESTADO DE PUEBLA DENTRO DE LA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN POR EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

Ramírez Sánchez Roberto¹, Juárez Núñez Emma², Herrera García Marco Antonio³, Martínez Portugal María de la Cruz³, Gay García Carlos⁴, Conde Álvarez Cecilia⁴, Ruiz Suárez Luis Gerardo⁴ y Juárez Núñez Apolonio¹

¹Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP

²Facultad de Ingeniería Química, BUAP

³Sistema Estatal de Monitoreo Ambiental, Gobierno del Estado de Puebla

⁴Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
rramirez@cfm.buap.mx

En el marco del proyecto "Elaboración de la Estrategia de Mitigación y Adaptación del Estado de Puebla ante el Cambio Climático", presentamos avances en el inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, el Balance Energético Estatal, el Mapa de las Energías no Convencionales y el desarrollo de la huella de Carbono para el Estado de Puebla.

Ante las consecuencias que tiene el incremento del efecto invernadero sobre nuestro planeta, es necesario analizar y determinar la contribución antropogénica sobre el cambio climático global.

A nivel internacional se llevan a cabo estudios y acciones en diversos países para mitigar y prevenir los efectos del cambio climático. Dentro de los esfuerzos que ha emprendido la comunidad internacional para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, se encuentran disminuir el consumo de combustibles fósiles y alentar el uso de fuentes renovables de energía como la solar y la eólica, entre otras.

La creciente emisión de gases de efecto invernadero, es producto de sistemas dinámicos muy complejos, determinados por el crecimiento demográfico, desarrollo socioeconómico y cambio tecnológico entre otros factores.

En este trabajo presentamos el avance en el inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero como el Bióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Oxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC's), Perfluorocarbonos (PFC's) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆), para el Estado de Puebla.

Asimismo mostramos avances en:

- El Balance Energético Estatal por fuente y sector de consumo que contabiliza el origen, intercambio, transformación y consumo de energía.
- El desarrollo del Mapa Preliminar de Energías no Convencionales (solar y eólica).
- El estudio de la Huella de Carbono para el Estado de Puebla.

Los resultados de estos estudios nos permiten recomendar el uso de energías alternas a los combustibles fósiles, así como la disminución en el consumo de productos que contribuyen a incrementar el efecto invernadero y que propician el aumento en la temperatura media del planeta.

SE24-21

EVALUACIÓN DEL PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y POTENCIAL DE 16 ESPECIES FORESTALES BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

Gómez Díaz Jesús David¹, Monterroso Rivas Alejandro Ismael¹, Tinoco Rueda Juan Ángel¹, Toledo Medrano María Lorena², Conde Álvarez Cecilia² y Gay García Carlos²

¹Universidad Autónoma Chapingo

²Universidad Nacional Autónoma de México
dgomez1059@yahoo.com.mx

Se analizaron los impactos del cambio climático en el sector forestal mediante simulaciones en la distribución potencial de 16 especies forestales en la República Mexicana, para zonas templadas, tropicales y semiáridas. Se estudiaron para el escenario base así como para tres modelos de cambio climático (GFDL-CM-2.0, MPI-ECHAM-5, HADGEM-1) bajo los escenarios socioeconómicos A2 y B2 al horizonte de tiempo 2050. La metodología consistió en: (1) modelación de la climatología en el periodo 1950-2000 (escenario base), (2) aplicación de razones de cambio de los tres modelos de cambio climático, (3) cálculo del balance de humedad en el suelo, (4) creación de matrices de requerimientos ambientales de las especies forestales y (5) simulación en la distribución potencial espacial de las especies. Los resultados obtenidos muestran que todas las especies forestales de las zonas templadas se verán afectadas para el horizonte de tiempo considerado, como consecuencia del incremento en la temperatura en todo el territorio nacional y la disminución de la precipitación en casi todos los meses del año. En las especies de zona tropical, con excepción del Cedrela odorata, se presenta una disminución considerable en los niveles de mayor aptitud lo que se asocia a restricciones para su desarrollo al incrementarse el periodo seco, asimismo, en las áreas templadas, que tendrán un aumento en la temperatura, serán de aptitud limitada para estas especies. Para las especies de la región semiárida y árida, los modelos reportan que se espera un incremento de la superficie sin aptitud, lo que se asocia al incremento del déficit hídrico y en las zonas que actualmente se consideran marginales las restricciones serán más severas. De los modelos de cambio climático considerados, el HADGEM-01 establece las condiciones más restrictivas, el MPI-ECHAM-5 establece una situación intermedia de afectación negativa y el modelo GFDL-CM-2.0 establece incrementos de la superficie con cierto grado de aptitud. Geográficamente, el país no presenta cambios constantes en la distribución potencial de las especies, estos varían de acuerdo al modelo de cambio climático utilizado, la especie analizada y la zona ecológica delimitada.

SE24-22

ESCENARIOS DE BIOCLIMA HUMANO EN CIUDADES MILLONARIAS DE MÉXICO ANTE CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Luyando López Elda¹, Tejeda Martínez Adalberto², García Grijalva Guillermo¹, Casasola Montañez Mario¹ y Jáuregui Ostos Ernesto¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
eluyando@yahoo.com

Se presentan escenarios de bioclima humano para ciudades mexicanas de más de un millón de habitantes, considerando el calentamiento urbano y el calentamiento global. El primero se infirió a partir de datos demográficos, y el segundo, de las salidas de los modelos de circulación general. Así, fue posible estimar incrementos en temperatura y modificaciones de las condiciones higricas que se tradujeron en estimaciones del bioclima humano para el periodo 1981-2000 y las décadas de 2030 y 2050, y sus consecuentes consumos eléctricos domésticos por climatización de viviendas.

SE24-23

DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA (PPN) EN LA ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES DE AGOSTADERO BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

Monterroso Rivas Alejandro Ismael¹, Gómez Díaz Jesús David¹, Toledo Medrano María Lorena², Tinoco Rueda Juan Ángel¹, Conde Álvarez Cecilia² y Gay García Carlos²

¹Universidad Autónoma Chapingo

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
aimrivas2@yahoo.com.mx

Se aplicó el concepto de Productividad Primaria Neta (PPN) como una forma de estimar la capacidad que tienen los ecosistemas de producir materia seca que puede estar disponible para que el ganado cubra sus requerimientos de forraje. El método permite simular bajo condiciones de cambio climático el impacto posible que sobre la PPN y la materia seca se podrán observar para el país a un horizonte de tiempo dado. El concepto además fue aplicado sobre los "coeficientes de agostadero" actuales y bajo escenarios de cambio climático, permitiendo observar los posibles cambios en superficie requerida para la alimentación sostenible del ganado. Así, se encontró que en México se tienen valores de la NPP que van desde 0 y hasta 50,000 kg/MS/ha/año. La materia seca, por su parte, se encuentra en el rango que va de 0 hasta 25,000 kg/MS/ha/año. Los coeficientes de agostadero para el escenario actual no cambian considerablemente con relación a los presentados por COTECOCA, el organismo oficial encargo de su determinación. Bajo los escenarios de cambio climático se encontró que los estados de Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán podrán ser los más impactados por posibles cambios en las condiciones actuales y verán modificados sus coeficientes de agostadero en el futuro. A partir de lo anterior se discuten las implicaciones que se podrán observar y se analizan las alternativas propuestas por el gobierno federal para el sector ganadero del país.

SE24-24

LAS COMUNIDADES VEGETALES EN MÉXICO Y EL EFECTO EN SU DISTRIBUCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Trejo Vázquez Irma¹, Sánchez Colón Salvador² y Vázquez de la Torre Rodrigo²

¹Instituto de Geografía, UNAM

²Consultoría Ambiental y Estadística
itrejo@igg.unam.mx

Es reconocido que en gran medida la distribución de las especies y las comunidades está relacionada con las condiciones climáticas en las que se establecen y que el clima es un factor que controla patrones globales de la estructura y productividad de la vegetación. Para evaluar el posible efecto del cambio climático en las comunidades vegetales en México, se construyó un modelo estadístico que considere las probabilidades de la distribución potencial de las mismas en condiciones actuales y modificadas según tres modelos de circulación general (GCM) ECHAM5/MPI, UKHADGEM1 y el GFDLCM2.0, dos escenarios de emisiones A2 y B2 y un horizonte de tiempo 2050. El modelo de vegetación, está basado en información de campo de 83,235 sitios de muestreos de cobertura vegetal provenientes del Inventario Nacional Forestal. A estos puntos se les asignó con un SIG el valor correspondiente a las variables de condiciones ambientales y climáticas: altitud, inclinación de la pendiente, tipo de suelo, temperatura media, temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación. Esta información alimenta a un modelo logit multinomial que describe las probabilidades a priori de ocurrencia de nueve zonas bioclimáticas consideradas: bosque de coníferas, bosque de latifoliadas, selvas húmedas, selvas secas, matorral semiárido, matorral árido, pastizal, vegetación halófila y vegetación hidrófila. Los parámetros del modelo fueron estimados mediante el método de máxima verosimilitud y el resultado obtenido explica el 63.5% de la varianza total de los datos incluidos. Se construyeron las cartas de probabilidad de ocurrencia para cada una de las clases consideradas y a cada uno de los píxeles se le asignó la categoría que tuviera la mayor probabilidad de ocurrencia. Se generó un mapa que muestra la superficie potencial de las nueve zonas bioclimáticas del país bajo las condiciones ambientales actuales. Finalmente, se aplicaron las modificaciones propuestas por los GCM y escenarios de emisiones a los parámetros climáticos y se generaron los modelos correspondientes.

Los cambios más notables y en donde hay coincidencias en los seis modelos, se presentan en la reducción en la superficie cubierta por los bosques de coníferas y en el incremento de la probabilidad de ocurrencia de las condiciones favorables para la selva seca. Los modelos ECHAM5/MPI y UKHADGEM1 coinciden en la tendencia hacia condiciones más secas fundamentalmente en el norte de México, en contraste con lo observado en los resultados para el caso del GFDLCM2.0, en donde se hace evidente la expansión de bosques de latifoliadas sobre las áreas que en el escenario base corresponden a matorrales áridos. Los datos muestran que las selvas secas se extienden hacia el norte en ambas vertientes tanto la Pacífica como la del Golfo, sobre zonas anteriormente cubiertas por matorral semiárido y bosque de latifoliadas. La información obtenida con estos métodos, permite reconocer las zonas de cambio, así como identificar la dirección del mismo, esto puede ser de utilidad para generar medidas de adaptación y mitigación, relacionadas con la conservación

de los ecosistemas, punto particularmente relevante bajo el contexto de la amplia diversidad que alberga México, así como su alto nivel de endemismo.

SE24-25

EL MERCADO VOLUNTARIO DE CARBONO EN MÉXICO: UNA ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y PAGAR POR LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE CAPTURA DE CARBONO

Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín, Gutiérrez Lacayo Martín y Simón Díaz Cecilia
Pronatura México, A.C.
bordonez@miranda.ecologia.unam.mx

Pronatura México A.C., es una organización no gubernamental con 27 años de experiencia, presencia y trabajo en México, enfocado en la conservación bio-cultural y restauración de áreas prioritarias, tierras privadas, especies raras y endémicas, que en su conjunto conforma la riqueza natural de nuestro país, aunado con el quehacer político, tomando como base el respeto social por la pertenencia y territorialidad, a fin de la búsqueda de soluciones innovadoras a los problemas ambientales que limitan las posibilidades de desarrollo de las comunidades más vulnerables. Tiene un sin número de publicaciones ad hoc que, le han hecho meritoria de reconocimientos por la calidad de los contenidos, imágenes, continuidad, responsabilidad social, relevancia, pertinencia y respeto a la autoría.

A finales del año 2006 Pronatura México A.C., diseñó un programa institucional de cambio climático, que tiene por objeto reducir los impactos de éste problema global en los ecosistemas prioritarios del país, mediante cuatro líneas estratégicas; 1. Fortalecer el marco normativo; 2. Involucramiento directo de la sociedad tomando acciones para reducir y compensar las emisiones de CO₂ (Neutralizate®); 3. Desarrollo del mercado voluntario de carbono mexicano y 4. Diseño de campañas de comunicación y sensibilización. Por lo anterior, el Mercado Voluntario de Carbono representa grandes oportunidades encaminadas a combatir el cambio climático, al generar estrategias innovadoras para mitigar las emisiones de GEI. Este mercado consiste en que: compañías, gobiernos, organizaciones, eventos e individuos, tomen responsabilidad por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que generan y que las compensen a través de la adquisición voluntaria de certificados de carbono capturado. El rol que juega Pronatura en este momento, es el de unir la oferta y la demanda, establecer los convenios y acuerdos, realizar los contratos de compra venta del servicio ambiental (captura de carbono), llevar un monitoreo y control, a fin darle certeza a los compradores de los certificados que están adquiriendo.

SE24-26

EL PAPEL DE LA RESILIENCIA EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO AMBIENTAL

Peña del Valle Isla Ana Elisa
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
anepvalle@gmail.com

Los cambios cada vez más variables tanto en el clima como en las condiciones sociales y económicas a diferentes escalas significan, para las sociedades que los están enfrentando, retos cada vez mayores para adaptarse eficientemente al cambio ambiental global. Se ha señalado que las acciones humanas son determinantes para fortalecer la resiliencia de un sistema social-ecológico.

El término resiliencia la resiliencia ha sido relacionada con la magnitud de un disturbio que puede ser absorbido antes de que el sistema modifique drásticamente y permanentemente los procesos inherentes que le caracterizan. Se considera como un atributo ventajoso para que un sistema social o ecológico pueda adaptarse con éxito. Esto en gran parte debido a que la resiliencia se asocia con la idea de permanencia, algo que es capaz de encarar y persistir debido a que posee diversos atributos que le permiten tener éxito.

En este contexto, el presente trabajo examina la resiliencia mediante el estudio de ciertas condiciones que relacionan las cualidades ambientales y los lazos sociales. Dichas condiciones aumentan la robustez de los sistemas socio-ecológicos permitiéndoles adaptarse a los cambios ambientales a través de un proceso progresivo de reorganización.

La primer parte del trabajo comprende una exposición teórica sobre las características de un sistema socio-ecológico resiliente, considerando la biodiversidad, las instituciones locales, etc. La segunda parte del trabajo ilustra lo anterior mediante un caso de estudio llevado a cabo en dos regiones cafetaleras del centro de México, la región Otomi-Tepehua y la región Huasteca Potosina. En ambas regiones, se realizó un estudio sobre las circunstancias y procesos que rodean a la actividad de café y que nutren de diferentes maneras la resiliencia general del sistema. En este contexto, la resiliencia se equipara con preparación, experiencia y flexibilidad que promueven la toma de decisiones pertinentes y acciones encaminadas a encarar situaciones adversas.

Los resultados de este estudio sugieren que cualquier actividad socioeconómica asociada con diversas oportunidades fortalece la resiliencia debido a la inherente diversidad que aumenta las posibilidades para encarar un evento adverso ya que este posibilita la existencia de múltiples "nichos" de índole económica y social. Consecuentemente, entre más diverso sea el medio natural, mayores las

posibilidades para desarrollar otras actividades, e incrementar el ingreso familiar. Estos factores, en conjunto, influyen la capacidad del sistema para reorganizarse y definen el grado de dependencia hacia una cierta y limitada cantidad de recursos.

SE24-27

ANÁLISIS Y MODELAJE ESPACIO-TEMPORAL DE LA VULNERABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y DE LAS TIERRAS AGRÍCOLAS A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS, EN LA CUENCA GRIJALBA – USUMACINTA

López López Daniel
Centro de Investigación en Geografía y Geomática, CentroGeo
dllopez@centrogeo.org.mx

La vulnerabilidad describe un concepto central en la investigación sobre cambio climático, así como en la investigación relacionada con el manejo de riesgos y desastres naturales, seguridad alimentaria, ciencia de la sustentabilidad, ecología, salud pública, pobreza y desarrollo y cambio en el uso de la tierra. La cartografía de la distribución de la vulnerabilidad, ya sea en términos de atributos de sensibilidad (susceptibilidad), exposición y capacidad adaptativa, o en términos de resultados o impactos, se ha convertido en una herramienta útil para comunicar resultados de investigación sobre vulnerabilidad a los académicos, investigadores, diseñadores de políticas, y a la población en general.

En este estudio el análisis y modelaje Espacio-Temporal se usan para evaluar y cartografiar la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y de las tierras agrícolas a eventos meteorológicos extremos, en la cuenca de los ríos Grijalba–Usumacinta. Mediante modelos de inferencia se construyeron mapas de sensibilidad y capacidad adaptativa. En los asentamientos humanos la sensibilidad se evaluó con base en la susceptibilidad a inundaciones y a deslizamientos; para evaluar la sensibilidad de las tierras agrícolas se consideraron la susceptibilidad a inundaciones y a la erosión hídrica. La capacidad adaptativa, en los asentamientos humanos, se evaluó con base en el índice de rezago social, y en las tierras agrícolas, con base en un índice de estrés social. Este último índice se construyó teniendo en cuenta el índice de rezago social y la densidad de población. Finalmente los mapas de sensibilidad y capacidad adaptativa se combinaron mediante modelos de inferencia para generar los mapas de vulnerabilidad. En la dimensión temporal, se analizó el efecto de los cambios en el uso de la tierra sobre la dinámica de la vulnerabilidad; se consideraron tres fechas 1980, 1990 y 2000; para una subcuenca se analizó una corta fecha (año 2008). Igualmente se presenta un análisis multiescalar, con base en la cuenca como unidad espacial; se consideraron 4 niveles de análisis.

Las áreas más vulnerables, tanto en términos de los asentamientos humanos como de las tierras agrícolas se ubican en parte media alta de la cuenca, donde confluyen grados de sensibilidad altos con una baja capacidad adaptativa. No obstante que en la parte baja de la cuenca la sensibilidad es alta a muy alta (alta susceptibilidad a inundaciones) debido a una mayor capacidad adaptativa, el resultado final es una vulnerabilidad moderada. En las últimas décadas, la transformación de bosques y selvas a tierras agrícolas, ha resultado en un aumento de la vulnerabilidad de estas últimas, toda vez que este aumento se ha dado principalmente en tierras no aptas para la agricultura. Una conclusión importante es que el análisis espacial multiescalar permite a los tomadores de decisión focalizar y priorizar, acciones de política que conlleven a una reducción de la vulnerabilidad socio-ambiental.

SE24-28

ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA DEL CENTRO DEL GOLFO DE CALIFORNIA: VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO, ADAPTABILIDAD Y SUSTENTABILIDAD

Arreguín Sánchez Francisco¹ y Lluch Cota Salvador²
¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
farregui@ipn.mx

El centro del Golfo de California es uno de los ecosistemas marinos de México de mayor importancia, tanto por la diversidad de especies como por los recursos pesqueros disponibles. Por esta razón existe mucho interés en los efectos potenciales causados por el cambio climático. Con base en un modelo trofodinámico construido con el programa "Ecopath with Ecosim" se analizan los efectos del cambio climático utilizando una predicción (a cien años) de cambio en la temperatura como forzamiento ambiental actuando sobre productores primarios. La serie histórica de temperatura se desagrega en tres componentes, de alta frecuencia, coincidiendo con la periodicidad de eventos El Niño, variación decadal y tendencia de largo plazo. El efecto sobre el ecosistema, al propagarse la señal vía cadena trófica, se analiza para cada una de estas señales a, b, c y su combinación. Así mismo, se prueba la hipótesis de incrementos en la frecuencia de eventos El Niño asociados a cambio climático. Los efectos ambientales se describen a través de varios indicadores a nivel de ecosistema como gasto energético (i.e. Respiración/Biomasa), metabólicos (i.e. Log[Biomasa/Producción]), y resiliencia, entre otros. En general se observan patrones de variación que tienden a aumentar con el tiempo sugiriendo un efecto acumulativo. En los periodos máximos de la variación decadal la resiliencia tiende a ser mayor y el gasto energético respecto a la producción primaria menor;

esto sugiere que estos periodos son los menos vulnerables al efecto ambiental. En cambio el sistema tiende a hacerse más vulnerable fuera de este periodo y especialmente hacia el periodo final de simulación bajo el escenario de aumento en la frecuencia de eventos El Niño, donde la resiliencia es menor, mas variable, y donde se presentan cambios puntuales pero drásticos en el balance entre demanda y oferta de energía. Se discute el problema de adaptabilidad al cambio climático bajo el panorama resultante de las simulaciones bajo un concepto de dinámico de sustentabilidad del ecosistema.

SE24-29

VULNERABILIDAD DEL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y POSIBLES MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín, Arredondo Martínez Teresa Adriana, Vázquez Villanueva Christian Agustín, Puente Martínez Yair, Sepúlveda Jiménez Vanessa Arely, García Sánchez Irma Estefanía, Aguado Bautista Oscar, Santiago Mariscal Jaime, Araujo Gutiérrez Zuelclady, Castro Martínez Miguel Ángel, Flores Ramírez Araceli Guadalupe y Saavedra Díaz Zenia

Pronatura México, A.C.

bordonez@miranda.ecologia.unam.mx

Actualmente el Gobierno del Distrito Federal, en conjunto con el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICyT) del Distrito Federal y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (CCA), motivados por mitigar las condiciones de riesgo y conocer el contexto real que guarda el Suelo de Conservación y su interacción con los procesos sociales vinculados con esta importante zona del Distrito Federal.

Promueve el diseño y desarrollo del estudio: Vulnerabilidad del Suelo de Conservación del Distrito Federal ante el Cambio Climático y las posibles medidas de adaptación. mismo que permitirá realizar análisis integral de uso sustentable y aprovechamiento potencial del suelo de conservación del Distrito Federal.

Incorporando en el desarrollo del estudio integral, los aspectos de: riesgo, ambientales, sociales, económicos, y normativos, involucrados en la consolidación de la gestión real de la relación sociedad-naturaleza del importante y gran acervo de biodiversidad que guarda el Suelo de Conservación para el Distrito Federal, con zonas importantes de ecosistemas naturales y patrimonio de la población futura de esta gran Ciudad. Integrando información estratégica para promover el bienestar a los involucrados en el desarrollo sustentable de este suelo de conservación.

Actualmente el Suelo de Conservación del Distrito Federal, está sufriendo los embates de la presión urbana, los cambios de uso de suelo, los fenómenos meteorológicos y de las actividades sociales y económicas.

Acciones que en su conjunto ponen en verdadero riesgo y peligro, la sustentabilidad del suelo de conservación y la de los importantes servicios ambientales que presta al Valle de México como ecosistema en biodiversidad, paisaje, almacenamiento de carbono, generador de oxígeno, y sustentador del vital elemento H₂O.

El sector rural en el Distrito Federal representa más del 50 % del total de su territorio, estando dividido por fronteras normativas, políticas y administrativas que impiden la acciones y estrategias integrales, que permitan consolidar la sustentabilidad del suelo de conservación en el Distrito Federal, motivando su uso y aprovechamiento sustentable, con una misma visión de futuro y orientadas a resultados.

Son muchos los factores relacionados con esta problemática: el impacto ambiental y la contaminación en la zona (Suelo, Agua, Aire), la presión del desarrollo urbano, actividades socioeconómicas y la falta de normatividad y planeación gubernamental integral en suelo de conservación, son los principales protagonistas en la vulnerabilidad ambiental de esta zona.

Hechos que nos permiten identificar la vulnerabilidad del Suelo de Conservación del Distrito Federal ante el Cambio Climático y la necesidad inmediata del Gobierno de la Ciudad de México de establecer las posibles medidas de adaptación en su contexto normativo de planeación y de uso y de aprovechamiento sustentable.

Desarrollar el Estudio Integral de Uso Sustentable y Aprovechamiento Potencial del Suelo de Conservación del Distrito Federal, en tres etapas que integre en una misma plataforma de información documental, estadística y cartográfica.

SE24-30

MODELO DIFUSO PARA LA EVALUACIÓN DE LA APTITUD ACTUAL Y POTENCIAL DEL MAÍZ DE TEMPORAL EN MÉXICO

Vermonden Thibodeau Anaïs¹, Monterroso Rivas Alejandro Ismael², Conde Álvarez Cecilia¹, Rosales Guillermo¹ y Gay García Carlos¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo
anaistv@gmail.com

La lógica difusa se puede utilizar en la construcción de un modelo para evaluar la aptitud actual y potencial del maíz temporal. se construye con el método de principio el factor limitante, en el cual se caracterizan la mayor cantidad de variables ecológicas posibles y, por otro lado, se obtienen los requerimientos que una

determinada especie necesita para poder desarrollarse. se comparan los factores y como resultado se obtienen zonas potenciales de distribución para la especie vegetal, categorizada en niveles de aptitud. Así, el método aplicado requiere de información ambiental de requerimientos de la especie, en este caso maíz. Además de la opinión de expertos.

Las variables ecológicas seleccionadas fueron: Precipitación media anual (mm), Temperatura media anual (°C), Temperatura media del mes más frío (°C), Temperatura del mes más caliente (°C) y Período seco anual (meses). También se toman en cuenta la topografía, suelos y el periodo de crecimiento de la planta. los valores después se expresaron en rangos y se agruparon en cuatro categorías de niveles de aptitud: Apto, Moderadamente apto, Marginalmente apto y No apto.

La lógica difusa permite que estas variables se relacionen con base en la opinión de expertos para así poder determinar cual de estas variables es el factor limitante, o si es la combinación de varias también. Donde las variables de entrada son las variables ecológicas que determinan el crecimiento de la planta, y las variables de salida son los niveles de aptitud. Con este tipo de modelo de ecuaciones relacionales difusas se simplifica el tiempo de computación para obtener los resultados.

SE24-31

LA CALIDAD DEL AIRE COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD

Ruiz Suárez Luis Gerardo¹, Rosas Pérez Irma¹, García Reynosos Agustín¹, Jazcilevich Diamant Aron¹, Delgado Javier² y Suárez Lastra Manuel²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

ruizs@unam.mx

Como problema ambiental la calidad del aire comparte con el cambio climático muchas de sus causas. Muchos de los procesos que emiten GEI, también emiten precursores de ozono y PM. Prácticamente no hay actividad productiva que no vaya acompañada de emisiones de estos contaminantes. En muchas ocasiones estos procesos de emisión están vinculados a otros procesos o manifestaciones de deterioro ambiental de tal forma que es posible construir cadenas de indicadores que vinculen emisiones de GEI y contaminantes criterio con calidad del aire, cambio climático y sustentabilidad de forma integral y útil para los tomadores de decisiones. Se presentan ejemplos de esta aproximación.

SE24-32 CARTEL

RED GEODÉSICA PARA EL ESTADO DE VERACRUZ COMO PUNTO DE APOYO PARA ESTUDIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Balderas Toral Ricardo

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

rbaldera@cicese.mx

Establecer una red geodésica tiene como fin proporcionar puntos de control geodésicos horizontal y vertical que sean representados y almacenados en bases de datos utilizando un sistema de coordenadas con alta precisión que brinde la información necesaria y confiable para planear, controlar y dar seguimiento a proyectos de ingeniería, estudios del clima, gestiones ambientales, bases cartográficas y desarrollos político-administrativos. Esto permite el desarrollo de información geográfica que analiza, interpreta, integra y correlaciona elementos básicos para la toma de decisiones acertadas en la planificación territorial de un país.

Veracruz no cuenta con una red geodésica que permita esclarecer y apoyar las necesidades antes mencionadas. Solo existen algunos vértices pertenecientes a la red nacional de INEGI en los principales puertos del estado (Veracruz, Coatzacoalcos y Tuxpan), así como algunos establecidos por PEMEX con fines de explotación de pozos de gas y petróleo pero que no están disponibles al público.

La información geodésica actual es deficiente, poco confiable e imprecisa, generando información incompatible debido a la mala proyección del crecimiento urbano, industrial y turístico. Los dirigentes de las principales ciudades aun cuando han pretendido modernizar sus sistemas de información están lejos de proporcionar una base eficiente sobre los usos del suelo y el crecimiento demográfico principalmente por la falta de puntos de control geodésicos que se hacen inoperantes por los altos costos de traslado.

El Panel Veracruzano ante el Cambio Climático (PVCC) propuso una caracterización general de la vulnerabilidad de las costas a partir de escenarios base proyectados al 2100, del incremento del nivel del mar en el Golfo de México, de la proyección de fenómenos meteorológicos y de ejercicios fisiográficos de las posibles zonas de afectación. Este trabajo resulta básico para las proyecciones de las zonas de mayor vulnerabilidad aunque lo limita únicamente a las zonas de costa dejando fuera las grandes cuencas del estado y las regiones montañosas que también serán fuertemente afectadas ante los cambios del clima.

La red será conformada por puntos de control de primer orden y los objetivos principales se enfocaran en la integración de:

- Unificación de las diferentes líneas de estudio (clima, sísmica, geodésica), con el fin de tener una misma base de datos.
- Establecer puntos de control para monitoreo de las líneas de costa.

- Redes secundarias para estudio y control de zonas de riesgo geológico por deslizamiento, deformaciones gravitacionales profundas e inundaciones.
- Estudios de subsidencia por compactación de sedimentos.
- Estudios geodinámicos por conductividad térmica y tectonismo.
- Control de crecimientos demográfico y uso del suelo.
- Localización estratégica de nuevas infraestructuras sociales.

Este proyecto plantea establecer una red geodésica con puntos propiamente monumentados bajo las normas y estándares internacionales y mexicanas a través de equipos, técnicas y metodologías modernas basadas en el sistema GPS y sistemas de coordenadas terrestres internacionales.

SE24-33 CARTEL

DISTRIBUTION OF MONSOON CONVECTIVE ACTIVITY ACROSS MEXICO

Tereshchenko Iryna¹, Zolotokrilin Alexander², Titkova Tatiana², Brito Castillo Luis³ y Monzon César Octavio¹

¹Universidad de Guadalajara

²Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Russia

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
itereshc@ucei.udg.mx

A climatological indicator of convective activity for the duration of North American Monsoon System (NAMS) is suggested. It is defined as a horizontal gradient of monthly sums of precipitation.

It is assumed that the deep convection is associated with monthly precipitation gradient in excess of 50 mm / degree. The gradient was computed on a regular 2 x 2° grid using the data of 369 meteorological stations for the period 1948 – 2003. This allowed us to define two dry decades (1948–1957, 1994–2003) and a 35-year period of ordinary moisture content (1958–1993).

The ordinary humidity period is characterized by the following pattern of distribution of convective activity. The deep convection starts to manifest itself in May, in the incipient stage of NAMS, on the eastern and western slopes of Sierra Madre Oriental. At the same time, the deep convection over the slopes of Sierra Madre Occidental is very weak. In June, the deep convection moves to the southern part of Sierra Madre Oriental, straddling the coast of the Gulf of Mexico within the 20–24°N band. In unison, the convection develops in the southern part of Sierra Madre Occidental and Mexican Antiplano. In July, the deep convection spreads over the entire Sierra Madre Occidental and Mexican Antiplano, still being discernible over the southern part of Sierra Madre Oriental and the coast of the Gulf of Mexico. The deepest convection is confined to the western slopes of Sierra Madre Occidental in the latitude ranges 20–23°N and 25–27°N. At the same time, North-Eastern Mexico is characterized by the phase of attenuation of convective activity and NAMS. The July pattern remains in August, while in the 20–22°N range the convection further deepens over the western Mexican coast and weakens over the East Coast. The phase of attenuation of convective activity and NAMS continues over the North-Eastern Mexico. In September, during the NAMS attenuation phase, a rapid weakening of convection occurs in the northern part of Sierra Madre Occidental. The only exception is western slopes within the 25–27°N range (the northern part of the state of Sinaloa). Also, the center of deep convection over the western Mexican coast is still observable in the 20–22°N range. At the same time, convective activity and NAMS intensify over the north-eastern and eastern Mexico.

During the dry decades (1948–1957 and 1994–2003), the convective activity rapidly weakens in May: both its area and intensity decrease. The weakening continues in June, especially over the Eastern Mexico. In July–August the area of deep convection becomes smaller than in humid years, but development of a local deep convection over the Pacific coast in 20–22°N range is a possibility. In September, further reduction of the convective activity area occurs, especially over the north-eastern and central Mexico. At the same time, the convection deepens over the eastern Mexico in the 20–22°N latitude range.

SE24-34 CARTEL

LAS TÉCNICAS PARTICIPATIVAS EN LA EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ DE COATEPEC VERACRUZ, ANTE CONDICIONES DE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICOS

Pérez María¹, Monterroso Rivas Alejandro Ismael² y Conde Álvarez Cecilia³

¹Posgrado en Geografía, UNAM

²Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
mahrhya@gmail.com

La adaptación pretende dar respuesta a las nuevas situaciones que están surgiendo, y las que se prevé que surjan, como consecuencia de la variabilidad y el cambio climáticos en las diferentes regiones del mundo.

Por ello, el diseño de estrategias de adaptación al cambio y variabilidad climáticos es un reto para todos: para los investigadores, para los tomadores de decisiones,

para la sociedad en general. La participación de los diferentes actores en el análisis y generación de propuestas podría significar una herramienta eficaz para ir diseñando e implementando aquellas medidas de adaptación más viables en cada comunidad.

En el proyecto PAPIIT "Evaluación integrada de algunos factores ambientales que determinan la capacidad adaptativa de los productores de café en la región central de Veracruz, México ante condiciones de variabilidad y cambio climático" se está trabajando, entre otros aspectos, la relación existente entre los cambios en el clima detectados en esta región y algunas afectaciones en la producción de café. Para ello se ha utilizado como herramienta la participación a través de la formación de grupos focales con los productores de café de la región, lo que ha permitido no sólo obtener información muy valiosa al respecto, sino también implicar a los actores afectados, en este caso los productores de café, en la propia dinámica de la investigación con el fin de generar en ellos las capacidades que les permitan participar activamente en el diseño, implementación y continuidad de las medidas de adaptación seleccionadas para la región cafetalera a estudio.

SE24-35 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ DE TEMPORAL. ESTUDIOS DE CASO PARA EL ESTADO DE PUEBLA

Conde Álvarez Cecilia¹ y Ferrer Rosa María²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Colegio Franco Inglés

conde@servidor.unam.mx

En este trabajo se analizan los impactos potenciales del cambio y la variabilidad climáticos en la producción de maíz de temporal para dos localidades del estado de Puebla, México.

Los resultados indican que los pequeños productores de maíz en el estado pueden ser severamente afectados ante los cambios climáticos proyectados. También se analizan los impactos potenciales en los rendimientos de este grano en condiciones de eventos extremos de El Niño.

Para estos análisis se emplea el modelo Ceres – Maize, y se proyectan posibles cambios en el manejo del cultivos que permitirían reducir los impactos negativos proyectados.

Se analizan además las condiciones de vulnerabilidad actual y futura de los productores de maíz y se discuten las posibles estrategias de adaptación para este sector.

SE24-36 CARTEL

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y CAMBIO CLIMÁTICO: MODELO DE GESTIÓN EN MICHOACÁN

Silva García José Teodoro¹, Ochoa Estrada Salvador¹, Estrada Godoy Francisco¹, Villalpando Barragán Fabian¹, Cruz Cardenas Gustavo² y Zarazúa Escobar José Alberto¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²Colegio de Postgraduados
tsilva09@hotmail.com

El llamado efecto invernadero natural, provoca un calentamiento de la atmósfera en sus capas bajas; y los gases que lo producen se denominan, comúnmente, "gases de efecto invernadero". Gran parte de ellos (vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de nitrógeno, metano, ozono, óxido nitroso, etc.) son componentes naturales de la atmósfera. Por tanto, el efecto invernadero es un fenómeno natural y gracias a él es posible la vida en la Tierra. El metano es uno de los constituyentes principales al inventario mundial de gases con efecto invernadero (GEI) a los cuales se atribuye en gran medida el cambio climático en nuestro planeta. En México la aportación de este gas al inventario nacional de emisiones es la segunda en importancia con un 23 % detrás del bióxido de carbono que contribuye con el 75 %. Las principales fuentes de metano a nivel mundial son: ganadería, cultivo de arroz, minas de carbón, rellenos sanitarios, la quema de biomasa, entre otros. Actualmente existen millones de toneladas de basura confinada bajo el subsuelo nacional que en mayor o menor grado está emitiendo gases de efecto invernadero a la atmósfera y líquidos al subsuelo con las consecuentes consecuencias ambientales. La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) para México se ha calculado en alrededor de 35.4 millones de toneladas anuales (INEGI 2005). La disposición de RSU se realiza mayoritariamente en tiraderos a cielo abierto sin control alguno. En el estado de Michoacán se generan 1.1 millones de toneladas de RSU anuales. Aproximadamente el 70% se dispuso en sitios no controlados, mientras que el 30 % restante se destinó a rellenos sanitarios y sitios controlados. Se propone la creación de Centros Municipales para el Tratamiento Integral de Residuos Sólidos, como un esquema para su manejo en el Estado de Michoacán. El concepto contempla el diseño de la infraestructura necesaria para el tratamiento conjunto de los tres principales tipos de residuos urbanos (separables, orgánicos y sanitarios) en tres áreas diferentes de un mismo terreno. A su vez se desarrollan actividades de transformación, separación y confinamiento. El objetivo de estas instalaciones es la aplicación de los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo los criterios de eficiencia ambiental, tecnológica,

económica y socialmente viable. En el proceso de selección del sitio para instalar dicha infraestructura se cumplió con los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana vigente (NOM-083-SEMARNAT-2003). Esta propuesta se aplicó en siete distintas regiones de la entidad, involucrando a 26 municipios, actualmente esta modalidad ya figura dentro de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, publicada en 2007.

SE24-37 CARTEL

IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO A LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN COATEPEC, VERACRUZ

Rosales Dorantes Guillermo Tomás¹ y Conde Álvarez Cecilia²

¹Posgrado en Geografía, UNAM

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

wirgen@yahoo.com.mx

Los estudios de variabilidad y cambio climáticos en México pretenden finalmente que se desarrollen políticas públicas que permitan la aplicación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de diversos sectores y regiones en el país. Para lograr este objetivo, se requieren estudios en profundo a nivel regional y local sobre los posibles impactos que el cambio climático puede tener, determinando para ello la magnitud y fuentes de vulnerabilidad que enfrenta la población y los sectores productivos.

En este trabajo se modelan los impactos potenciales del cambio climático sobre las áreas viables para la producción de café en Coatepec, Veracruz, considerando las variables ambientales (como la altitud, precipitación y la temperatura anuales) en la región de estudio.

Se utiliza como escenario climático base el periodo 1950 – 2000, y para la generación de escenarios se emplean las salidas del Echam 5, y el GFDL-CM2, para las condiciones proyectadas por los escenarios de emisiones A2 y B2, y para el horizonte 2050.

Los resultados de este estudio fueron desarrollados como parte de la tesis de maestría del primer autor de este trabajo, y se enmarcan dentro del proyecto "Evaluación integrada de algunos factores ambientales que determinan la capacidad adaptativa de los productores de café en la Región Central de Veracruz, México ante las condiciones de variabilidad y cambio climáticos", financiado por la UNAM.

SE24-38 CARTEL

REGRESIÓN DE CUANTILES APLICADA A SERIES DE TIEMPO CLIMÁTICAS

Estrada Porrúa Francisco, Martínez López Benjamín y Gay García Carlos

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

feporrúa@atmosfera.unam.mx

A diferencia del modelo de regresión lineal, que permite estimar la respuesta media condicional de la variable dependiente en función de variables explicativas, la regresión de cuantiles permite estimar el efecto de las variables explicativas sobre toda la distribución de la variable dependiente. En particular, este método tiene aplicaciones importantes para valores extremos. En este trabajo se muestra la aplicación de la regresión de cuantiles a series de tiempo climáticas de México.

SE24-39 CARTEL

RELACIÓN ENTRE LA CLOROFILA-A Y LA CONVERGENCIA DE LOS VIENTOS PARALELOS A LA COSTA EN LA BAHÍA DE CAMPECHE BAJO CONDICIONES ACTUALES Y FUTURAS

Martínez López Benjamín, Estrada Porrúa Francisco y Gay García Carlos

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se utilizan datos mensuales de clorofila-a y viento para mostrar la relación que existe entre la clorofila-a y la convergencia de los vientos paralelos a la costa en la Bahía de Campeche bajo condiciones actuales. Además, utilizando algunos modelos de circulación general empleados en el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC, se estiman los cambios que tendrían los vientos paralelos a la costa bajo diversas condiciones de cambio climático y su efecto sobre la relación entre ellos y la clorofila-a.

SE24-40 CARTEL

CHANGING OF HUMIDIFICATION OF ARID LANDS OF MEXICO IN THE SECOND HALF OF THE 20TH CENTURY

Zolotokrilin Alexander¹, Tereshchenko Iryna², Cherenkova Elena¹ y Titkova Tatiana¹

¹Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Russia

²Universidad de Guadalajara

zgoldfinch@mtu-net.ru

The variability of the humidification coefficient of arid lands of Mexico is studied for the period 1951-2001. The humidification coefficient is the ratio between the annual sum of precipitation and potential evapotranspiration, which is calculated by the method established by Thornthwaite, (hereafter HCT). For arid lands, HCT varies from 0.05 to 0.65. To compute HCT, we used the data on daily sums of precipitation and daily temperature means from 350 meteorological stations. In addition, we used monthly NDVI from AVHRR data with 1-degree resolution for the period 1982-2001. The correlation coefficient between monthly means of NDVI and HCT exceeds 0.8.

The linear HCT trends in the period 1951-2001 display various directions across the country. For example, significant increase in humidification is noticeable nearby the Tropic of Cancer, over the western slope of Sierra Madre Occidental ridge, while its eastern slope and Mexican Altiplano are characterized with aridification. Also, a zonal aridification band stretches throughout the whole country at the latitude of the capital of Mexico. There is thus a 50-year tendency of slight increase in humidification of North-Western Mexico and slight aridification of the southern Mexican Altiplano.

Noticeable aridification was in the period 1951-1957 and 1992-2001. In terms of scale, the 1950s event was the same as in the late 20th century, but less intensive. Some local aridification patches were noticeable only to the south of 25°N on the Mexican Altiplano and mountains of Sierra Madre Occidental. But there was almost no trace of aridification in the northern Sierra Madre Occidental or Eastern Mexico.

The most pronounced aridification event was in the late 20th century. It was especially true for the drought, which started in 1994. In 1992-2001, almost the entire territory to the north of 20°N was drier than in the previous decade. The most evident aridification was in the mountains of Sierra Madre Occidental. Interdecadal HCT-variability agrees well with considerable decline in annual NDVI values during the same time period and during the May-September period (with the exception of high mountain regions).

SE24-41 CARTEL

OBTENCIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA PARA DISMINUIR INCERTIDUMBRE EN EL INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín¹, Hernández Tejeda Tomás², González Avalos Eugenio, Ruiz Suárez Luis Gerardo³, Campos Hernández Artemio, Santiago Mariscal Jaime¹, Pérez Benítez Sandra, Piña Reyes Carolina, Corona Romero Nirani, Hernández Quiroz Manuel⁴, Gutiérrez Molotiz Javier y García Magda Cecilia

¹Pronatura México, A.C.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

⁴Facultad de Ciencias, UNAM

bordonez@miranda.ecologia.unam.mx

Durante la elaboración de un Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se presenta un problema recurrente debido a la utilización de factores de emisión adecuados a la actividad emisora de los GEI, porque en algunos casos se carece de estudios, que permitan determinar factores propios de emisión a nivel nacional: Ninguno de los cinco sectores contemplados en los Inventarios de GEI se escapa a tal situación.

La actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de México, para los años de 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002, para el sector agricultura, se presentaron los valores estimados de las emisiones en CO₂ equivalente, expresados en Gg. El objetivo de ese reporte, fue realizar nuevas estimaciones de las emisiones de GEI's generados en el sector, mediante la actualización de los valores de los factores de emisión y de los datos de actividad o datos censales de los rubros comprendidos entre las actividades agrícolas y pecuarias en México.

En el primer inventario de gases de efecto invernadero con año base 1990, publicado hasta 1995, las emisiones de GEI se determinaron con una metodología preliminar del PICC, donde se utilizaron factores de emisión por defecto para casi todas las fuentes. En la segunda actualización del sector agricultura del 2000 se consideraron factores de emisión nacionales para el ganado bovino y en la última actualización (2005) se integraron factores modificados para el sector agricultura, lo que da como resultado diferencias significativas en las emisiones.

Los diversos factores de emisión utilizados en los inventarios previos han dado como resultado inconsistencias, especialmente sobreestimaciones en las emisiones de CH₄ derivado de la ganadería y de CH₄ y N₂O producto de la combustión de la caña de azúcar. Ordóñez y Hernández (2005) reportaron una reducción en las emisiones totales del sector, debido solamente a la corrección de los valores por defecto de los factores de emisión.

Bajo este contexto y con la finalidad de cumplir con los compromisos contraídos bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el presente proyecto, tiene como finalidad obtener información en dos factores de emisión en el sector agricultura, a fin de reducir las incertidumbres en los inventarios nacionales de GEI.

Objetivo

Determinar dos factores de emisión, en actividades clave, en el sector agrícola del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, con el propósito de reducir la incertidumbre de las estimaciones de las emisiones.

Metas

Calcular los valores nacionales de la relación cultivo-residuo, de la fracción de materia seca y de la fracción de carbono en los residuos de cosecha, de la quema de la caña de azúcar en diversos sistemas de producción en México.

Determinar los factores de emisión para las emisiones de CH₄, derivadas de la fermentación en tres sistemas de producción presentes en tres regiones con diferentes climas en México.

SE24-42 CARTEL

COMPORTAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL SECTOR FORESTAL ANTE UN CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín¹, Hernández Tejeda Tomás²,
Galeana Pizaña José Mauricio y León Gutiérrez José David

¹Pronatura México, A.C.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
bordonez@miranda.ecologia.unam.mx

Las especies de insectos de mayor importancia en los bosques naturales de México son los descortezadores (que se alimentan del floema y cambium), defoliadores (se alimentan de hojas) y barrenadores (que se alimentan de brotes y yemas).

La superficie de las masas forestales en México, consiste de 30,170,736 ha de bosques y 27,318,870 ha de selvas.

Las mayores superficies diagnosticadas entre 1990 y 2005 fueron las de los años 1992 y 1993 con 10 y 12 millones de hectáreas, respectivamente. De los tres grupos de plagas, los descortezadores afectaron las mayores superficies: alrededor de 20 mil ha en los años 1990, 1991, 2003 y 2005. Los defoliadores presentaron un incremento en su incidencia entre el 2004 y 2005, de modo que de 12 mil ha afectadas pasaron a 20 mil ha; finalmente los barrenadores dañaron una superficie de casi 10 mil ha en el 2004.

Las masas forestales de México mostraron una gran variedad de climas: 56 subtipos agrupados en 10 tipos para los bosques y 39 subtipos agrupados en 6 tipos selvas para las selvas, de acuerdo con García (1984).

Se generó un primer escenario de acuerdo con la altitud sobre el nivel del mar, se generaron dos escenarios de las áreas potenciales de distribución de plagas para los bosques: a) un buffer de 1,500 a 2,500 msnm, con un incremento de 1° C, la incidencia de las plagas económicamente importantes va del 10 al 30% y, b) de 2,501 a 3,300 msnm, con un incremento de 2° C, la incidencia de las plagas va del 30 al 40%. Asimismo, para el caso de las selvas con un buffer de distribución que va de 0 a 1,000 msnm, con un incremento de 1° C, dió como resultado una incidencia de las plagas entre el 20 y 30%; un segundo buffer que va de 1,001 a 1,500 msnm, con un incremento de 2° C, generó una distribución potencial de las plagas del 40 al 50%.

Un segundo escenario, se generó usando geoestadística descriptiva, donde a partir de registros de incidencia de plaga, se cruzan las variables principales (temperatura, humedad, altitud, tipo de vegetación, tipo de plaga) y se obtienen escenarios de las posibles afectaciones; se aprecia que: los bosques registran afectaciones del 7 al 11% y las selvas del 13 al 35% al aumentar 1 y 2°C respectivamente; esto señala cuán vulnerables son nuestros bosques y selvas ante las plagas forestales, derivado de un cambio climático.

SE24-43 CARTEL

INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA LOS AÑOS 2004, 2005 Y 2006 EN EL SECTOR AGRICULTURA

Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín, Hernández Tejeda Tomás, Conde Álvarez Luis, Guzmán Perdomo Aquileo, Ruiz Suárez Luis Gerardo, González Eugenio, Tapia Medina María Erika, Santiago Mariscal Jaime, Aguado Bautista Oscar, García Sánchez Irma Estefanía y Sepúlveda Jiménez Vanessa Arely

Pronatura México, A.C.

bordonez@miranda.ecologia.unam.mx

El principal objetivo de la actualización del sector agricultura del inventario nacional de gases de efecto invernadero en nuestro país, es determinar las emisiones de metano (CH₄) y óxido nítrico (N₂O) generadas durante los años de 2004, 2005 y 2006, empleando la metodología propuesta y validada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC) versión 1996. Este estudio,

contribuye en el seguimiento de las estimaciones periódicas de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agricultura en nuestro país.

Las emisiones totales del sector agricultura en Gg de CO₂ equivalente fueron del orden de 45,594; 45,125 y 45,552; para los años de 2004, 2005 y 2006, respectivamente. En comparación con el inventario inmediato anterior, es conveniente señalar que no existen diferencias significativas respecto a las emisiones en Gg de CO₂ equivalente, debido a que los ajustes realizados se aplicaron en las estimaciones anteriores respecto a los factores de emisión usados para la caña de azúcar y en segundo lugar, por el número de cabezas de ganado corregido, con base en la tendencia central de los valores censales.

SE24-44 CARTEL

TIME-SPACE EVOLUTION OF THE GLACIER NORTE SURFACE, CITLALTÉPETL VOLCANO, MEXICO

Cortés Ramos Jorge y Delgado Granados Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM

supergeorge_fis@hotmail.com

During recent years, glaciological studies in Mexico were mainly focused on the glaciers of Popocatepetl and Iztaccihuatl volcanoes, due to the recent eruptive events in the first and the proximity of these volcanoes to the largest city of the country.

Recent studies of Glacier Norte on Citlaltépetl volcano yields very interesting results on how the climate affect the mass balance, whereas the volcanic activity is not a determining factor for the evolution of it. The analysis of the energy balance developed for Glacier Norte, based on a climatic model of energy balance has shown why the glacier has lost mass along the last ten years.

Based on the analysis of ASTER satellite images it has been possible to quantify the magnitude of glacial retreat. Also, the spacial distribution of net radiation over the ice surface was measured. This allowed to qualitatively determining some of the most vulnerable areas to the ablation processes. When calculating changes in glacierized areas, such as the glacial retreat in terms of glacial front position, and changes in the geometry of the glacial limits, it was found that for the period between 1958 and 2001 the glacial decrease was significant, showing a loss of more than 50% as compared to the initial area of 1958. Moreover, the glacial front has considerably changed in geometry and retreated to higher altitudes. These results have led to the identification of the prevailing glaciological regime. This study leads to future, more extensive and detailed work about glaciological aspects of Glacier Norte and determine the climate regime of Mexican glaciers.

SE24-45 CARTEL

HEAVY METALS IN ICE CORES FROM MEXICAN MOUNTAINS

Carrillo Chávez Alejandro¹, Levresse Gilles¹, Carreón

Freyre Dora¹, Ponce Gabriela², Pérez José¹ y Ortiz Lorenzo

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad de Guanajuato

ambiente@geociencias.unam.mx

Dozens of kilometres of ice core have been drilled and analyzed for general chemistry, heavy metals and isotopes in Antarctica, Greenland, the Himalayas, Alaska, Andes, Alps and even Kilimanjaro. However, no attention has been focus on the Mexican Glaciers. Sadly, during the last 15 years the glaciated Mexican high mountains have lost some 30% or more of their glacier ice. Geographically these glaciers are important because they are the only mountain glaciers between Ecuador and Canada in North America, and some of the very few at 19° north latitude in the world. We present here preliminary data on the ice chemistry (heavy metals) from several shallow ice cores (1.6 meters depth) in Iztaccihuatl (one core at 5,130 meters above sea level altitude –masl-) and Pico de Orizaba (two cores, one at 5,100 masl and other at 5,200 masl). The data indicates that some concentrations of Cl, NO₃, SO₄, Fe, Ni Cu, Zn, Pb and As very likely are from aerosols and atmospheric dust. However there are some anomalies in Zn, Co, Cu and Ni that need other sources to explain their concentrations. We also present some correlations between some heavy metals in the Iztaccihuatl ice (relatively close to Mexico City atmospheric influence) and Pico de Orizaba ice (relatively far from any big city).

Sesión Especial

TALLER DE OBSERVATORIOS Y DETECTORES PARA LA INVESTIGACIÓN ESPACIAL

Organizador:
Román Pérez Enríquez

SE25-1

RADIO OBSERVATORIO SOLAR DEL IGEF-UNAM

Lara Alejandro
Instituto de Geofísica, UNAM
 alara@geofisica.unam.mx

El Radio observatorio solar del Instituto de Geofísica de la UNAM, está constituido por cuatro radio telescopios que detectan la radiación solar directa e indirectamente en 4 longitudes de onda en los intervalos kilométrico, métrico, centimétrico y milimétrico.

En este trabajo presentamos el estatus de cada radiotelescopio así como los planes de expansión.

SE25-2

RECEPTOR DE MUY BAJA FRECUENCIA SAVNET-MÉXICO

Díaz Cruz Mario
Instituto de Geofísica, UNAM
 smilebeto@yahoo.com.mx

La red SAVNET (South America VLF NETWORK) utiliza las propiedades de propagación de las ondas VLF entre los 3 y los 30 KHz. En distancias grandes entre un transmisor y un receptor, la base de la ionosfera actúa como la pared superior de una inmensa guía de onda, teniendo como la parte inferior de la misma la superficie a la tierra. La propagación puede ser efectuada a través de distancias arriba de los cientos de kilómetros con gran estabilidad. Cuando existen disturbios o perturbaciones, estas dan como resultado un incremento o una reducción de la ionización de la región D de la ionosfera, los efectos físicos son claramente observados en las características de las ondas VLF, como lo son en su fase y amplitud. Este instrumento funciona como sensor de la actividad solar a través de la ionosfera de la tierra. La instalación y operación de ésta estación receptora permite a México integrarse en la red sudamericana.

SE25-3

DISEÑO Y REALIZACIÓN DE FILTROS DE RADIOFRECUENCIA PARA EL MEXART

Andrade Mascote Ernesto¹, Gutiérrez Martínez Celso², Carrillo Vargas Armando¹, Jeyapalan Selvanayagam A.³, Torres Fórtiz José A.⁴, Morales Díaz Adolfo⁴ y González Esparza J. Américo¹

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*

³*Radio Astronomy Centre Ooty Radiotelescope*

⁴*Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica, INAOE*
 eandrade@geofisica.unam.mx

En este trabajo, se reporta el diseño y realización de filtros de radiofrecuencia, para mitigar la interferencia en la banda de operación del Radiotelescopio de Centelleo Interplanetario (Mexican Array Radio Telescope: MEXART), dependiente la UNAM y localizado en Coeneo, Michoacán. El MEXART, es un radiotelescopio para estudiar la actividad solar. La actividad del Sol puede inducir severas variaciones denominadas tormentas geomagnéticas, las cuales afectan una gran variedad de sistemas y equipos, incluyendo telecomunicaciones, transformadores, gasoductos, satélites, etc. Las componentes básicas del MEXART son la antena, el sistema de amplificación, la matriz de Butler, los receptores, y el sistema de adquisición de datos. La antena del MEXART consiste en un arreglo rectangular de 4096 dipolos en un área de 9500 m². Las características técnicas del radiotelescopio incluyen los parámetros siguientes: frecuencia central de operación de 139.65 MHz, con un ancho de banda de 15 MHz, la antena es un arreglo de 64 líneas con 64 dipolos de onda completa, 2 receptores superheterodinos y 2 matrices de Butler de 32 puertos. El arreglo de dipolos permitirá al radiotelescopio MEXART, estudiar la radiación electromagnética solar y de otros cuerpos celestes que emiten en la banda de frecuencias mencionada. Para que el instrumento pueda proporcionar señales de radio libres de interferencia en la banda de operación fue necesario diseñar e implementar un paquete de filtros de muy buena calidad. Para poner en funcionamiento la primera etapa del Radiotelescopio fue necesario fabricar un paquete de 64 filtros pasivos tipo pasa-altas, con frecuencia de corte de 67 GHz y de 16 filtros pasivos, tipo pasa-banda, con frecuencia central de 139.65 MHz y ancho de banda superior a 16 MHz. Los cuales se distribuyen dentro del arreglo en grupos de 4 filtros pasa-altas y un filtro pasa banda, para cada línea de 64 dipolos. Las especificaciones solicitadas, no se ofrecen en filtros de catálogo de empresas que manufacturan y comercializan este tipo de productos. Por lo que su fabricación es de propósito especial, Mediante una colaboración técnica entre el MEXART y el INAOE, los filtros se diseñaron y fabricaron, alcanzándose y aún mejorándose las especificaciones requeridas. Un primer paquete de filtros ya se encuentra instalado y probándose en el MEXART.

SE25-4

MÉTODOS OBSERVACIONALES PARA EL AJUSTE DE AMPLITUD Y CORRECCIÓN DE FASE, DE LA SEÑAL EN EL MEXART

Vázquez Hernández Samuel¹, Sierra Pablo¹, Andrade Mascote Ernesto², Carrillo Vargas Armando², González Esparza J. Américo², Mejía Ambríz Julio³ y Villanueva Hernández Pablo³

¹*Instituto de Geofísica y Astronomía, Ministerio de la Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA*

²*Instituto de Geofísica, UNAM*

³*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*
 samuel@iga.cu

Desde la realización de las primeras calibraciones y observaciones de prueba en el Radiotelescopio de Centelleo Interplanetario MEXART, dadas las características y particularidades propias del arreglo, fueron, la amplitud y la fase de la señal lo que mayormente determinó los niveles óptimos de la misma. Tarea que se hizo más compleja debido a la gran cantidad de elementos y componentes involucrados en el proceso de la señal. En el presente trabajo se muestra la realización del ajuste y corrección de ambos parámetros, empleando métodos observacionales, lo que sin duda ha contribuido a la mejoría de la sensibilidad y operatividad de todo el sistema instalado en su conjunto.

SE25-5

IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA ADQUISITOR DE DATOS Y PROCEDIMIENTOS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO EN TIEMPO REAL DE DATOS DEL MEXART

Casillas Pérez Gilberto A.¹, Jeyakumar Solai², Carrillo Vargas Armando¹, Andrade Mascote Ernesto¹, González Esparza J. Américo¹ y Aguilar Rodríguez Ernesto¹

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Universidad de Guanajuato*
 gacp@geofisica.unam.mx

El radiotelescopio del Observatorio de Centelleo Interplanetario, MEXART, es un radiotelescopio diseñado para detectar señales provenientes de fuentes de radio cósmicas y estudiar como son afectadas por la actividad solar. Su objetivo científico principal es el rastreo de perturbaciones transitorias de gran escala que viajan desde el Sol hacia la Tierra, mediante la técnica del centelleo interplanetario (IPS). El MEXART es un instrumento que servirá de alerta para detectar con anticipación tormentas solares que puedan alcanzar la Tierra y afectar el campo magnético de sus alrededores. Para realizar la adquisición y manejo de los datos registrados por el MEXART, se llevan a cabo diferentes tareas que involucran procesos de cómputo, los cuales se describen en este trabajo. Se presenta un sistema adquirente de datos, así como los procesos computacionales empleados para la generación y manejo de datos en tiempo real del MEXART, implementados durante la etapa de pruebas de la matriz de butler del radiotelescopio. También se muestran algunos resultados obtenidos con los datos generados con el sistema.

SE25-6

IMPLEMENTACIÓN DE UN RECEPTOR DE 43 GHZ Y 7.5 GHZ EN UN RADIOTELESCOPIO DE 5 METROS

Paz Martínez Gaudencio¹, Lara Sánchez Alejandro¹ y Qureshi Naser²

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*
 gauptaz@geofisica.unam.mx

Se presenta el trabajo desarrollado para implementar un receptor de 7.5 GHz y 43 GHz en el radiotelescopio de 5 metros. Se analiza en ambos casos el efecto del desenfoque lateral y axial, ya que tienen efectos no deseados en el patrón de radiación de la antena, tales como atenuación y ensanchamiento del lóbulo principal en el caso de desenfoque axial, y asimetría en el nivel de los lóbulos laterales en el caso del desenfoque lateral.

SE25-7

SISTEMA GPS DE JURQUILLA, QRO., Y SU INTEGRACIÓN A LA RED UNAVCO PARA EL CÁLCULO DEL TEC DE LA IONOSFERA SOBRE MÉXICO

Pérez Enríquez Román¹, Araujo Pradere Eduardo^{2,3}, López Montes Rebeca⁴, Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón¹, López Cruz Abeyro José¹ y Kotsarenko Anatoly¹

¹*Centro de Geociencias, UNAM*

²*University of Colorado at Boulder, USA*

³*National Oceanic and Atmospheric Administration, USA*

⁴*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
 roman@geociencias.unam.mx

Se hace una descripción de un sistema GPS de marca Trimble que el Centro de Geociencias de la UNAM está adquiriendo con el fin de integrarlo a la red de

UNAVCO y realizar el cálculo del contenido total de electrones (TEC) de la ionosfera sobre México. Esto permitirá tener mapas en tiempo real del comportamiento, asociado con la actividad del Sol, de esta interfase de la atmósfera tan importante para la investigación del clima espacial y su influencia sobre la humanidad y los sistemas tecnológicos. Se describirá también el formato de los datos, llamado rinex, cómo estarán disponibles en la red, y cómo pueden ser utilizados por diversos usuarios para estudiar el clima espacial.

SE25-8

INSTRUMENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE C.U.

Musalem Clemente Octavio
Instituto de Geofísica, UNAM
musalem@geofisica.unam.mx

Dentro del proyecto de modernización del instrumental del observatorio de rayos cósmicos, que está operando en C.U. tenemos que:

El proyecto de diseño, construcción, pruebas y puesta en funcionamiento de:

Sistema adquirente de datos de detectores de muones, neutrones, variaciones de la presión atmosférica, variaciones de la temperatura, reloj y calendario asociados con los detectores de neutrones y muones, esta la circuitería amplificadora y discriminadora de niveles de amplitud se diseñaron, construyeron, probaron y pusieron en funcionamiento 10 tarjetas amplificadoras-discriminadoras de los detectores de muones.

SE25-9

EL OBSERVATORIO DE RAYOS CÓSMICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

Hurtado Pizano Alejandro
Instituto de Geofísica, UNAM
ahurtado@geofisica.unam.mx

Existe una Estación de detección en Ciudad Universitaria (Ciudad de México), en donde se registra la intensidad de la radiación cósmica secundaria que data de los años 60's. Consta de dos sistemas de detección: uno de neutrones y otro de muones.

Se ha registrado la radiación cósmica en forma interrumpida desde esos años por diversos motivos pero a partir de 1990, con la fabricación de un sistema de detección construido por técnicos del Instituto de Geofísica se tiene ya un registro continuo de las partículas de rayos cósmicos.

Se hace una descripción del equipo de monitoreo y se presentarán algunas gráficas y algunos eventos observados.

SE25-10

MAGNETÓMETROS DE INDUCCIÓN TIPO FLUXGATE EN EL CENTRO DE GEOCIENCIAS, UNAM, EN JURÍQUILLA, QRO. Y U DE NUEVO LEÓN, EN LINARES, NL, PARA REALIZAR MEDICIONES DE MICROPULSACIONES MAGNÉTICAS DE LA MAGNETOSFERA EN LA BANDA ULF

López Cruz Abeyro José, Pérez Enríquez Román y Kotsarenko Anatoly
Centro de Geociencias, UNAM
lcabeyro@geociencias.unam.mx

El magnetómetro de inducción de tipo fluxgate de tres componentes desarrollado en la Universidad de California en Los Angeles (UCLA) ha sido utilizado en diversas misiones espaciales. En México contamos con 2 de estos instrumentos, uno en el Centro de Geociencias de la UNAM, en Juriquilla, Qro., y el otro en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, en Linares, NL, que forman parte de la cadena meridional magnetosférica (McMAC) para estudiar el clima espacial en la magnetosfera terrestre. En esta presentación se describirá en detalle el instrumento, así como los datos que se vienen obteniendo desde 2004 en Juriquilla y desde 2005 en Linares.

SE25-11

MONITOR DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO BOLTEK EFM-100 DEL CENTRO DE GEOCIENCIAS DE LA UNAM

Kotsarenko Anatoly, Pérez Enríquez Román y López Cruz Abeyro José
Centro de Geociencias, UNAM
kotsarenko@geociencias.unam.mx

Diseñado para medir el campo electrostático generado por nubes de tormenta, el monitor Boltek EFM-100, del cual el Centro de Geociencias de la UNAM cuenta con 3, detecta relámpagos hasta 38 Km. de distancia, esto es, detecta las condiciones de alto campo eléctrico estático el cual precede el relámpago, por lo que resulta bastante útil para monitorear el campo eléctrico ambiente y, en conjunto con otros

instrumentos como los magnetómetros de micropulsaciones magnéticas, permite estudiar el impacto del clima espacial sobre la atmósfera de nuestro planeta. En esta presentación se describe el equipo, así como los datos que se obtienen y el software que lo acompaña para mejor manejo de los datos.

SE25-12

GEANT4 SIMULATION OF SOLAR NEUTRON TELESCOPE AT SIERRA NEGRA

González Méndez Luis Xavier¹, Sánchez Federico^{2 y 3} y Valdés Galicia José Francisco¹
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
³Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina
xavier@geofisica.unam.mx

The Solar Neutron Telescope (SNT) at Sierra Negra (19.0° N, 97.3° W and 4580 m.a.s.l.) is part of the Solar Neutron Telescope Network. This SNT has an area of 4m² and it is composed by four 1m×1m×30 cm plastic scintillators. The telescope is completely surrounded by anti-coincidence proportional counters. In order to discard photon background it is shielded on its sides by 10mm thick iron plates and on its top by 5mm lead plate. It is capable of registering four different channels corresponding to four energy deposition thresholds: E>30, >60, >90 and >120 MeV. The arrival direction of neutrons is determined by four layers of PRCs orthogonally located underneath the SNT. In this work we present the simulated detector response to neutrons, protons, and gammas entering the SNT with a range of energies from 100 to 1000 MeV. In particular, we report on the detector efficiency and on its angular resolution for particles impinging the device with different zenith angles. The simulation code was written using the Geant4 package, taking into account all relevant physical processes.

SE25-13

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL TELESCOPIO DE NEUTRONES SOLARES DE SIERRA NEGRA, PUEBLA

Rodríguez Osorio Daniel
Instituto de Geofísica, UNAM
daniel@geofisica.unam.mx

En la superficie del Sol se generan procesos de liberación súbita de energía (fulguraciones y eyecciones de masa coronal), los cuales emiten señales electromagnéticas, partículas cargadas y neutrones; algunas de estas emisiones pueden ser captadas en la Tierra por medio de observatorios con equipos diseñados para este propósito. El Telescopio de Neutrones Solares (TNS) ubicado en Sierra Negra, Puebla, tiene el objetivo de captar las emisiones de neutrones que tienen su origen en estos procesos. Para ello se utiliza un sistema de detección bastante ingenioso que consiste en 4 góndolas que en su base contienen plásticos centelleadores y, en la parte superior, fototubos multiplicadores, las góndolas están rodeadas por capas con contadores proporcionales, formando un así un cubo que es protegido a los lados por 4 paredes de hierro y en la parte superior por una capa de acero. Posteriormente, el módulo antes descrito, se conecta electrónicamente a un dispositivo (CAMAC) que se encarga de interpretar las detecciones de partículas realizadas, este módulo a su vez se conecta a un equipo de cómputo en el cual se archivan los datos correspondientes a las detecciones realizadas, en archivos con formato ASCII.

Una vez obtenidos los archivos de datos de todos los canales de detección del TNS, lo siguiente es procesar dichos datos, para lo cual no se tiene una herramienta que agilice la tabulación y graficación de los mismos y con ello sea más pronta su interpretación, es por ello que se desarrolló un software para agilizar el procesamiento de los datos, un software específico que sea capaz de ahorrar tiempo y proveer de las herramientas necesarias para dar una interpretación rápida de los datos.

Así se decidió trabajar bajo plataforma Linux, java como lenguaje de programación y GNUPlot para la creación de las gráficas, para crear un sistema de software amigable para el usuario y que proporcione las herramientas indispensables para hacer una interpretación preliminar de los datos del TNS de Sierra Negra, Puebla.

SE25-14

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DIRECCIONAMIENTO DEL RADIOTELESCOPIO MEXART

Carrillo Vargas Armando
Instituto de Geofísica, UNAM
armando@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta un análisis del sistema de direccionamiento del radiotelescopio MEXART con base en las observaciones realizadas en febrero y junio del 2009. El MEXART tiene capacidad para trabajar en diferentes

configuraciones, el análisis que se presenta evalúa la configuración de observación siguiente: un arreglo de 1024 dipolos y una matriz de Butler de 16 puertos, un sistema multiplexor y un receptor heterodino. Esta configuración permite observar el cielo en 16 direcciones diferentes desplegadas sobre el meridiano local. El análisis detallado de los flujos y fuentes de radio detectados por cada lóbulo generado con la matriz de Butler se emplea para determinar la directividad y ganancia del patrón de radiación asociado con el sistema de direccionamiento. También se presentan simulaciones numéricas de los patrones de radiación esperados y se comparan con las observaciones de cada lóbulo. El análisis permite determinar las correcciones del gradiente de fase requerido para optimizar la operación del sistema de direccionamiento. Con base en este análisis los usuarios podrán evaluar la calidad de sus observaciones y la confianza en sus datos.

SE25-15

CONSTRUCCIÓN DE UN RADIOTELESCOPIO BASADO EN TECNOLOGÍA DE TELEVISIÓN SATELITAL

Mendoza Ponce Avith del Refugio¹ y Kurtz Smith Stanley²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

avith3@gmail.com

En los últimos años la industria semiconductora ha logrado la fabricación de transistores y otros elementos de circuitos funcionando a frecuencias de hasta unas decenas de GHz. Tales elementos de bajo costo y producción masiva, hacen posible su venta al público en general, cosa que hace una década no era posible. Un ejemplo es el llamado "LNB" o "Low Noise Block converter" que forma el corazón del sistema de televisión satelital. Este componente, que amplifica señales de la banda Ku (10-15 GHz) y las convierte en un rango de frecuencias menores (aprox. 1 GHz), se ha vuelto ubicuo en forma de antenas SKY, Direct TV, etc. La amplificación y manejo de señales centimétricas es fundamental en radioastronomía. Por lo tanto, los LNB's presentan una oportunidad sin precedentes para desarrollar radiotelescopios de bajo costo. Presentamos los resultados de nuestro intento de desarrollar un radiotelescopio con un plato parabólico de 1.5 metros de diámetro, un LNB de banda Ku y un simple detector de potencia. Explicamos los detalles de su construcción y funcionamiento, y presentamos observaciones astronómicas hechas por el telescopio.

Sesión Especial

**TALLER DE PARTÍCULAS
ENERGÉTICAS, EYECCIONES
DE MASA CORONAL, ONDAS DE
CHOQUE INTERPLANETARIAS Y
OBSERVACIONES DE RADIO (TIPO II
Y CENTELLEO INTERPLANETARIO)**

Organizador:

Juan Américo González Esparza

SE26-1

WHITE LIGHT CME SHOCKS: A CASE STUDY FROM SOHO/LASCO AND STEREO/SECCHI

Ontiveros Verónica¹, Vourlidis Angelos² y Riley Pete³

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Naval Research Laboratory, Washington, DC, USA*

³*Predictive Science, Incorporated, San Diego, CA, USA*

ontiveros@geofisica.unam.mx

We perform a multi spacecraft analysis of a fast CME on December 31st, 2007 using LASCO and SECCHI coronagraph images. This is the fastest CME in 2007 with good coronagraph coverage from all three spacecraft. We use calibrated images to estimate the electron volume density, mass and kinetic energy for this event. We compare the results from each instrument. We used the Solar Corona Raytrace software to create a 3D bow-shock density model that fits a CME-driven shock signature observed in LASCO images and compare this geometry to the SECCHI observations. We used a thermodynamic model of the corona to derive the Alfvén speed around the eruption site that allow us to show how the shock expansion is influenced by the large scale coronal magnetic field configuration.

SE26-2

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA VELOCIDAD DE EMC RÁPIDAS Y SU CHOQUES COMBINANDO OBSERVACIONES DE DIFERENTES INSTRUMENTOS: ANÁLISIS DE EMISIONES KILOMÉTRICAS TIPO II

González Esparza J. Américo y Aguilar Rodríguez Ernesto

Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia

americo@geofisica.unam.mx

La propagación de Eyecciones de Masa Coronal (EMC) rápidas en el medio interplanetario puede generar emisiones de radio kilométricas tipo II a la frecuencia local del plasma y/o su armónico. Está emisión está asociada al frente de la onda de choque que perturba a su paso el viento solar ambiente. Esta emisión de radio puede utilizarse como firma para rastrear la propagación de estos eventos en el medio interplanetario. En este trabajo aplicamos una nueva técnica, utilizando el decaimiento en frecuencia en el espectro dinámico de la emisión kilométrica tipo II de estos eventos, para inferir, en algunos intervalos de datos adecuados, la velocidad de propagación de seis EMC rápidas y sus ondas de choque. En este trabajo analizamos datos del receptor TNR del instrumento WIND/WAVES y combinamos los valores de velocidad que obtuvimos con resultados de velocidad de otros instrumentos cubriendo diferentes rangos de distancias heliocéntricas. Los datos de la emisiones tipo II se complementan con observaciones de luz blanca de coronógrafos, centelleo interplanetario y mediciones in-situ de WIND. Combinando estas observaciones podemos hacer un seguimiento de la evolución temporal de estas perturbaciones. Los resultados de velocidad indican una desaceleración gradual de estos eventos conforme se propagan a 1 unidad astronómica. Esta nueva metodología para inferir la velocidad de los choques interplanetarios analizando emisiones kilométricas de radio tipo II puede ser muy útil para iluminar la evolución de estos eventos.

SE26-3

DINÁMICA DE LAS EYECCIONES DE MASA CORONAL EN EL MEDIO INTERPLANETARIO

Borgazzi Andrea¹, Lara Alejandro¹, Alves Maria Virginia² y Echer Ezequiel²

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, INPE*

andrea@geofisica.unam.mx

En este trabajo presentamos una descripción analítica de la dinámica de las eyecciones de masa coronal interplanetarias (ICMEs) en su recorrido desde el Sol a la Tierra. Proponemos un mecanismo de transferencia de momentum entre ICMEs y el viento solar circundante que desacelera las ICMEs rápidas ($V_{\text{cme}} > V_{\text{viento solar}}$) y que implica fuerzas viscosas que actúan entre el ICME y el medio circundante. Se encuentran las soluciones a las ecuaciones diferenciales que describen el proceso usando diversas expresiones para la fuerza viscosa; dichas soluciones contemplan la variabilidad del radio de la ICME y la densidad total del medio.

Presentamos las soluciones analíticas y su validación con análisis de datos in situ y remotos y discutimos las implicaciones de los diversos parámetros presentes en este mecanismo de transferencia de momentum. Consideramos la masa de ICME, la densidad del medio interplanetario, la velocidad del viento solar, el exponente de la expansión radial del ICME, el coeficiente de arrastre, y coeficiente viscoso cinemático.

SE26-4

DINÁMICA EN EL MEDIO INTERPLANETARIO DE LAS EYECCIONES DE MASA CORONAL Y ESTALLIDOS TIPO II ASOCIADOS

Lara Alejandro y Borgazzi Andrea

Instituto de Geofísica, UNAM

alara@geofisica.unam.mx

Presentamos un análisis de la evolución dinámica de las eyecciones de masa coronal interplanetarias (EMCI) y su radio-emisión de tipo II.

Usando un modelo analítico desarrollado para explicar la dinámica de las eyecciones de masa coronal en el medio interplanetario, calculamos la velocidad, posición y tiempo de la parte frontal de la CME en cada punto del espacio interplanetario entre el Sol y la Tierra.

Como valores de entrada, el modelo requiere las velocidades inicial (cerca del Sol) y final (a una unidad astronómica) de la EMCI y calcula iterativamente los mejores parámetros (masa y tasa de expansión de la EMCI, densidad del medio interplanetario y coeficientes de arrastre) para ajustar dichas velocidades.

En este trabajo presentamos el modelo y su aplicación a un conjunto de ICMEs que tuvieron asociado un estallido de radio del tipo II.

SE26-5

EVOLUCIÓN DE EMC Y SUS CHOQUES INTERPLANETARIOS: IMPULSIÓN, DESACOPAMIENTO Y DECAIMIENTO

Corona Romero Pedro y González Esparza J. Américo

Instituto de Geofísica, UNAM

piter.cr@gmail.com

La evolución de una Eyección de Masa Coronal (EMC) y su Choque Interplanetario no está del todo entendida. Existen modelos que intentan describir la propagación de una EMC a través del medio interplanetario obteniéndose resultados parciales y en ocasiones contradictorios; por otra parte, el estudio del Choque asociado a la EMC siempre se ha dejado en segundo plano. En este trabajo estudiamos a la EMC y su Choque interplanetario como un todo y, a partir de esta perspectiva, nos concentramos en los procesos físicos (desde una aproximación HD) que determinan la evolución de este sistema.

Por medio del análisis de simulaciones numéricas 1D-HD y modelos analíticos HD encontramos que la evolución del sistema EMC-Choque Interplanetario está constituida por tres etapas: la primera relacionada con la inyección e impulsión del sistema; le sigue un desacoplamiento entre la EMC (impulsor) y su Choque; finalmente, en la tercera etapa, el sistema carece de impulso y tiende al equilibrio con su medio. Estas etapas parecen concordar con observaciones de la propagación de EMC en el medio interplanetario y se pueden determinar a partir de los flujos y la propagación de momentum lineal a través de la Funda.

SE26-6

ESTUDIO DE CHOQUES INTERPLANETARIOS UTILIZANDO OBSERVACIONES DE DIFERENTES NAVES ESPACIALES

Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Blanco Cano Xochitl², Russell Christopher³, Luhmann J.⁴, Jian Lan³ y Ramírez Vélez Julio César²

¹*Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia*

²*Instituto de Geofísica, UNAM*

³*Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles*

⁴*Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley*
ernesto@geofisica.unam.mx

Investigamos las características de ondas de choque interplanetarias (IP) en el viento solar. Los choques IP son producidos por eyecciones de masa coronal (EMCs) y regiones de corrientes de interacción. Mientras los choques IP se propagan, éstos se encuentran con viento solar de diferentes características (densidad, velocidad) y diferentes orientaciones de campo magnético ambiente. Por lo tanto, se espera que los perfiles de los choques cambien fuertemente a través del espacio. Utilizamos datos de campo magnético y plasma de las misiones ACE, WIND y STEREO, para estudiar la estructura de los choques, intensidad y orientación. El uso de observaciones obtenidas por diferentes naves, en diferentes posiciones, nos permitirá determinar escalas de choques sin colisiones y darnos una mejor idea acerca de estas interesantes regiones.

SE26-7

ONDAS DE FRECUENCIA BAJA ASOCIADAS A CHOQUES INTERPLANETARIOS OBSERVADOS POR STEREO

Blanco Cano Xochitl¹, Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Ramírez Vélez Julio César¹, Russell Christopher², Jian Lan² y Luhmann J.³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²IGPP, UCLA

³Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley
xhc@geofisica.unam.mx

Durante los primeros dos años de operación de la misión STEREO se han observado aproximadamente 84 choques interplanetarios producidos por la interacción de corrientes de viento solar rápidas con plasma de velocidades bajas. Estudiar las ondas que se producen cerca de estos choques es importante pues estas fluctuaciones juegan un papel muy importante en procesos de aceleración de partículas. A partir de las observaciones de STEREO hemos encontrado que mientras que algunos choques muestran la presencia de precursores tipo whistler, otros muestran evidencia de ondas generadas por iones reflejados río arriba de la transición. Río abajo hemos encontrado evidencia de modos tipo espejo y de ondas ion ciclotrón. En este trabajo estudiaremos las características de las ondas observadas cerca de los choques para entender como es que los parámetros del choque, i.e. ángulo entre la normal al choque y el campo magnético, número de Mach, beta del plasma, etc influyen en las características de las ondas observadas cerca de los choques.

SE26-8

ONDAS DE CHOQUE GEOEFECTIVAS IMPULSADAS POR EYECCIONES DE MASA CORONAL

Ontiveros Verónica¹, González Esparza J. Américo¹ y Vourlidas Angelos²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Naval Research Laboratory, Washington, DC, USA
ontiveros@geofisica.unam.mx

Las eyecciones de masa coronal (EMCs) de alta velocidad impulsan ondas de choque que pueden ser reconocidas en imágenes de coronógrafos (luz blanca). Esta estructura de gran escala (onda de choque-EMC) ha sido reconocida como la causa principal de tormentas geomagnéticas más intensas. Propiedades de la onda de choque y de la EMC, como el radio de compresión de densidad, masa total, energía cinética y dirección de propagación, pueden ser estimadas a través de estas imágenes. El objetivo de este estudio es: (1) comparar estas propiedades con las mediciones in-situ a 1 unidad astronómica, y (2) reconocer los parámetros geoeffectivos del sistema onda de choque-EMC.

SE26-9

THE HELIOSPHERE AT SOLAR MINIMUM: WHAT ARE WE LEARNING FROM STEREO?

Vourlidas Angelos
Naval Research Laboratory
vourlidas@nrl.navy.mil

The SECCHI telescopes aboard the STEREO mission have been providing continuous imaging of the corona and inner heliosphere since 2007. The observations have already provided important clues about the magnetic nature of CMEs. However, the extended solar minimum allows us an opportunity to observe the quiescent solar wind as well. I review the status of solar wind analysis based on the SECCHI observations and what have we learned from this analysis.

SE26-10 CARTEL

ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE GRAN ESCALA DEL VIENTO SOLAR. MEDICIONES SIMULTÁNEAS DE 5 NAVES ESPACIALES HELIOS, VOYAGER E IMP 8

Romero Hernández Esmeralda y González Esparza J. Américo
Instituto de Geofísica, UNAM
cefeida_esm@yahoo.com.mx

Durante el período de noviembre de 1977 a febrero de 1978, la alineación de 5 naves espaciales: Helios 1, Helios 2, IMP 8, Voyager 1 y Voyager 2, permitió monitorear simultáneamente el viento solar desde 5 posiciones distintas. Las observaciones de estructuras en el viento solar son diferentes en cada nave, lo cual da pie para un estudio más detallado de estos datos. En este trabajo se retoman las observaciones de las cinco naves con el objetivo de estudiar la geometría, velocidad, campo magnético e interacción de las estructuras de gran escala del viento solar. El trabajo se centra en el estudio de las regiones de interacción de corriente, los choques interplanetarios, las nubes magnéticas, así como un análisis de los cruces de la hoja de corriente heliosférica. Con ello, se pretende determinar

algunas propiedades físicas así como la estructura espacial de estas perturbaciones interplanetarias de gran escala.

SE26-11 CARTEL

INTENSIDAD DE EMISIÓN DE LOS ESTALLIDOS DE RADIO TIPO II COMO FUNCIÓN DE LA POSICIÓN HELIOSFÉRICA Y LA VELOCIDAD DE LA EYECCIÓN DE MASA CORONAL ASOCIADA

Guerra Vázquez José César¹, Felipe Matias Jorge Humberto¹, Camacho Pérez Vianey Edaly¹, Estrada Arreola Juan Cecilio¹ y Aguilar Rodríguez Ernesto²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Instituto de Geofísica, UNAM
csar.gv@gmail.com

La radiación de los estallidos de radio Tipo II resulta de la excitación de ondas de plasma en el plasma ambiente debido a una onda de choque conducida por una eyección de masa coronal, que se propaga hacia afuera del Sol. Sin embargo, no todas las perturbaciones producen la emisión Tipo II. Factores tales como la velocidad de la perturbación y las propiedades del medio a través del cual la perturbación se propaga, son fundamentales para producir la emisión de radio Tipo II. La formación de un choque interplanetario requiere que la velocidad de la perturbación relativa al plasma ambiente exceda la velocidad de modo rápido magnetosónico ambiente, así como la velocidad de Alfvén por arriba de las regiones activas.

Combinando observaciones en luz blanca (SOHO/LASCO) y radio (Wind/WAVES), presentaremos resultados preliminares sobre la intensidad de emisión de los estallidos Tipo II como función de la posición heliosférica y de la velocidad de la eyección de masa coronal asociada. Esto podría revelar el perfil promedio de la velocidad de Alfvén en la heliosfera interna, lo que podría decirnos algo acerca del lugar donde el viento solar se acelera.

SE26-12 CARTEL

ESTUDIO DE CHOQUES INTERPLANETARIOS UTILIZANDO OBSERVACIONES DUALES

Felipe Matias Jorge Humberto¹, Guerra Vázquez José César¹, Estrada Arreola Juan Cecilio¹, Camacho Pérez Vianey Edaly¹ y Aguilar Rodríguez Ernesto²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Instituto de Geofísica, UNAM
jhumberto_fm@hotmail.com

En este trabajo investigamos las características de algunas ondas de choque interplanetarias en el viento solar utilizando observaciones de la misión STEREO. Los choques interplanetarios son producidos por eyecciones de masa coronal y por regiones de corrientes de interacción. En este trabajo utilizamos datos de campo magnético y plasma, para estudiar la estructura, intensidad y orientación de algunos choques, a diferentes distancias de separación de las naves. El uso de observaciones en diferentes puntos nos permitirá determinar cómo varían las características de los choques, dependiendo del punto en el cual son observados.

SE26-13 CARTEL

ESTUDIO DE ONDAS GENERADAS EN CHOQUES INTERPLANETARIOS

Ramírez Vélez Julio César¹, Blanco Cano Xochitl¹, Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Russell Christopher², Jian Lan² y Luhmann J.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México

²UCLA

julio@geofisica.unam.mx

Algunos Choques Interplanetarios (CI) son producidos cuando una corriente de viento solar rápido alcanza a una corriente de viento solar lento. Cerca de la región de transición del choque se producen ondas de baja frecuencia tanto en la región río arriba como en la región río abajo.

En este trabajo se presenta un análisis estadístico aplicado a 84 eventos de CI que han sido detectados por las naves espaciales STEREO A y STEREO B. Todos los CI que se registraron durante los últimos dos años son poco energéticos, de Número de Mach inferior a 2.2, ya que los CI mas energéticos están asociados a eyecciones de masa coronal las cuales casi no se han producido debido a que nos encontramos en una fase de mínimo de actividad solar.

Cerca del 80 por ciento de los CI son cuasi-perpendiculares, con ángulos superiores a 45 grados entre el campo magnético y la normal al choque, mientras que el resto son cuasi-paralelos.

Independientemente de la orientación del choque, en la gran mayoría se observaron ondas tipo Whistler, de polarización circular derecha, con frecuencias entre 10⁻² - 2 Hz.

Finalmente, en este trabajo se presentaran las relaciones encontradas entre los ángulos de propagación de éstas ondas en función del número de Mach y del ángulo entre la normal al choque y el campo magnético.

Índice de Autores

Aco Palestina Abel	SE03-4	134	Álvarez Gasca Oscar	CCA-8	3
Acosta Chamorro Verónica	SE17-3	164	Álvarez Gasca Oscar	CCA-13	4
Acosta Chang José	SIS-7	103	Álvarez Gasca Oscar	CCA-15	4
Acosta Chang José	SIS-22	107	Álvarez Gómez Irela Guadalupe	SE01-16	125
Acosta Chang José	SIS-29	108	Álvarez Manilla A. Alfonso	SE22-5	183
Adem Julián	CCA-22	6	Álvarez Medina Jesús	SE10-5	148
Adem Julián	CCA-30 CARTEL	7	Álvarez Pozos Sandra Luz	GEOH-25	36
Adem Julián	FE-9	21	Álvarez Quiñonez Miradelly	GEOPAL-5	63
Adem Julián	SE24-13	202	Álvarez Quiñonez Miradelly	GEOPAL-14 CARTEL	64
Aguado Bautista Oscar	SE24-29	206	Álvarez Román Karina Eileen	CCA-14	4
Aguado Bautista Oscar	SE24-43 CARTEL	209	Álvarez Sánchez Luis Gustavo	SE21-5	178
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	SED-3	94	Alves María Virginia	SE26-3	216
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	SED-4	94	Amador Buenrostro Alberto	OCE-9	85
Aguayo Ríos Alejandra	GEOH-35 CARTEL	38	Amador Buenrostro Alberto	SE01-13	124
Aguayo Ríos Alejandra	GEOQP-30 CARTEL	76	Amador García Alfredo	SE22-22	187
Agudelo William Mauricio	EG-19	14	Amador García Bernardo Ignacio	GEOH-7	31
Aguilar Franco Manuel	GEOQP-15	72	Amancio Rojas Diego	SE22-12	184
Aguilar Juárez Isabel Patricia	SE07-2	140	Amaro Martínez Raymundo Eric	GET-31 CARTEL	53
Aguilar Pérez Javier	PALEO-2	90	Amescua García Claudio	SE20-5	174
Aguilar Pérez Javier	PALEO-8 CARTEL	91	Anahnah Farida	EG-6	11
Aguilar Reyes Bertha	GEOPAL-12 CARTEL	64	Anahnah Farida	EG-7	11
Aguilar Reyes Bertha	GEOPAL-17 CARTEL	65	Anahnah Farida	SE08-1	144
Aguilar Reyes Bertha	GEOPAL-18 CARTEL	65	Anderson Thomas H.	GET-30 CARTEL	53
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-4	20	Andrade Carlos Alberto	OCE-7	85
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-12 CARTEL	21	Andrade Mascote Ernesto	FE-4	20
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-17 CARTEL	22	Andrade Mascote Ernesto	FE-17 CARTEL	22
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-18 CARTEL	22	Andrade Mascote Ernesto	FE-18 CARTEL	22
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE25-5	212	Andrade Mascote Ernesto	SE25-3	212
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-2	216	Andrade Mascote Ernesto	SE25-4	212
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-6	216	Andrade Mascote Ernesto	SE25-5	212
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-7	217	Andreani Louis	GET-26 CARTEL	52
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-11 CARTEL	217	Andreani Louis	GET-27 CARTEL	52
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-12 CARTEL	217	Andrews Vanessa	SIS-10	104
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE26-13 CARTEL	217	Ángeles Hernández Héctor	SED-1	94
Aguilar Sierra Alejandro	CCA-24	6	Angulo Larios Nidia Teresa	OCE-13 CARTEL	86
Aguilar Sierra Alejandro	SE02-9	130	Antonio Nakamura Yadhira Akemi	SE22-41 CARTEL	192
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-8	27	Antúñez Argüelles Mónica	GEOQP-3	68
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-9	27	Aquino Flores Judith	EG-10	12
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-11 CARTEL	28	Aquino Flores Judith	GEOH-2	30
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-12 CARTEL	28	Aquino Flores Judith	SE07-6 CARTEL	141
Aguilera Morales Juan Martín	SE02-12	130	Aragon Noriega Eugenio Alberto	OCE-11 CARTEL	86
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-10	70	Arana Lilia	MIN-10	80
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-24 CARTEL	74	Arana Medina Anibal Israel	GEOD-8	27
Aguillón Robles Alfredo	VUL-17 CARTEL	119	Arana Medina Anibal Israel	GEOD-9	27
Aguñiga García Sergio	OCE-18 CARTEL	87	Arana Medina Anibal Israel	GEOD-11 CARTEL	28
Aguirre Bahena Fernando	SE01-3	122	Arana Medina Anibal Israel	GEOD-12 CARTEL	28
Aguirre Bahena Fernando	SE01-4	122	Arana Salinas Lilia	VUL-16 CARTEL	119
Aguirre Díaz Gerardo	GEOQP-10	70	Aranda Gómez José Jorge	EG-3	10
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-4	116	Aranda Gómez José Jorge	GEOPAL-2	62
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-5	116	Aranda Gómez José Jorge	GEOPAL-4	62
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-13 CARTEL	118	Aranda Gómez José Jorge	VUL-12 CARTEL	118
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-14 CARTEL	119	Aranda López Rafael	EG-18	14
Aguirre Estrada Alfredo	SIS-36 CARTEL	110	Arango Galván Claudia	SE08-3	144
Aguirre González Jorge	SIS-18	106	Araujo Gutiérrez Zuelclady	SE24-29	206
Aguirre González Jorge	SIS-26	107	Araujo Pradere Eduardo	FE-13 CARTEL	21
Aguirre González Jorge	SIS-30	108	Araujo Pradere Eduardo	SE25-7	212
Aguirre González Jorge	SIS-42 CARTEL	111	Arce José Luis	VUL-6	117
Aguirre González Jorge	SE22-17	186	Arciniega Ceballos Alejandra	EG-31 CARTEL	16
Aguirre Hernández Elsa	SE17-1	164	Arellano Baeza Alonso	GEOD-9	27
Aguirre Ochoa Marx	SE24-18	203	Arellano Gil Javier	SE07-2	140
Agustín Flores Javier	VUL-15 CARTEL	119	Arellano González Luis Carlos	SED-9	96
Alanis Alfredo	EG-13	13	Argote Espino Denisse	EG-24	15
Alaniz Álvarez Susana	GET-14	49	Arias Paz Alberto	GEOH-18	34
Alaniz Álvarez Susana	GET-25 CARTEL	52	Arias Paz Alberto	GEOH-23	35
Alaniz Álvarez Susana	SIS-5	103	Arizpe Chávez Humberto	GEOQP-33 CARTEL	76
Alaniz Álvarez Susana	SIS-37 CARTEL	110	Armendáriz Sánchez Saúl	SE20-3	174
Alaniz Álvarez Susana	SE07-3	140	Armienta Hernández María Aurora	GEOH-35 CARTEL	38
Alaniz Álvarez Susana	SE20-6	174	Armienta Hernández María Aurora	GEOQP-3	68
Alaniz Álvarez Susana	GEOD-4	26	Armienta Hernández María Aurora	GEOQP-30 CARTEL	76
Alatorre Chávez Eliseo	EG-40 CARTEL	18	Arredondo Martínez Teresa Adriana	SE24-29	206
Alatorre Zamora Miguel Angel	SE22-19	186	Arregui Ojeda Sergio	EG-2	10
Alba Aldave Leticia Araceli	MIN-9	80	Arregui Ojeda Sergio	SE23-5	196
Albo Cos Úrsula	SE22-30	189	Arreguín Rodríguez Gabriela de Jesús	SED-7	95
Aldeco Ramírez Javier	SE17-4	164	Arreguín Sánchez Francisco	SE24-28	205
Alencáster Gloria	PALEO-8 CARTEL	91	Arriaga Ramírez Sarahí	SE24-10	201
Alfaro Fuentes Ricardo	GGA-4	57	Arroyo Cebrales Joaquín	PALEO-4	90
Alfonso Pura	MIN-2	78	Arvizu Gutiérrez Harim Elmer	GGA-12 CARTEL	59
Aliaga Campuzano Pilar	GEOQP-2	68	Arvizu Gutiérrez Harim Elmer	GEOQP-20 CARTEL	73
Almazán Vázquez Emilio	PALEO-7 CARTEL	91	Arvizu Gutiérrez Harim Elmer	SED-12	97
Alva Morales Gerardo Habacuc	SE18-6	169	Arzate Flores Jorge	EG-3	10
Alva Valdivia Luis	GEOH-29 CARTEL	37	Arzate Flores Jorge	EG-5	11
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-5	63	Arzate Flores Jorge	EG-6	11
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-9	63	Arzate Flores Jorge	EG-7	11
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-10 CARTEL	64	Arzate Flores Jorge	GET-13	49
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-11 CARTEL	64	Arzate Flores Jorge	SE08-1	144
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-14 CARTEL	64	Arzate Flores Jorge	SE08-3	144
Alvarado González Beatriz Isabel	SED-19 CARTEL	99	Arzate Flores Jorge	SE22-18	186
Alvarado González Gisela	GEOQP-24 CARTEL	74	Asensio E.	EG-7	11
Alvarado Ortega Jesús	GEOQP-15	72	Astiz Luciana	SIS-11	104
Alvarado Ortega Jesús	PALEO-1	90	Astiz Luciana	SIS-13	104
Álvarez Béjar Román	EG-3	10	Audefroy Joel	SE22-37	191
Álvarez Béjar Román	GEOH-10	32	Ávalos Carlos	SE01-2	122
Álvarez Béjar Román	GET-13	49	Avila Olivera Jorge Alejandro	EG-31 CARTEL	16
Álvarez Borrego Saúl	SE17-5	165	Avila Olivera Jorge Alejandro	SE22-1	182
Álvarez Borrego Saúl	SE17-8	165	Avila Olivera Jorge Alejandro	SE22-6	183
Álvarez Castillo Jesús	FE-3	20	Avila Serrano Guillermo E.	OCE-13 CARTEL	86
Álvarez García María del Carmen	SE03-1	134	Avila Serrano Guillermo E.	SED-21 CARTEL	99

Avilez Serrano Porfirio	GEOQP-6	69	Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-11 CARTEL	64
Avilez Serrano Porfirio	GEOQP-7	69	Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-14 CARTEL	64
Aviña Ramírez Eduardo	EG-40 CARTEL	18	Cabral Cano Enrique	EG-31 CARTEL	16
Azcárate Yáñez Tania	FE-20 CARTEL	22	Cabral Cano Enrique	SE22-6	183
Azpra Romero Enrique	CCA-17	5	Cabral Cano Enrique	SE22-8	183
Baez Javier	SED-12	97	Cabral Cano Enrique	SE22-10	184
Baidyk Tatyana	SE12-2	152	Cabrera Pérez Lucía	PALEO-6 CARTEL	91
Balderas Toral Ricardo	GEOD-1	26	Cabrera Pérez Lucía	PALEO-9 CARTEL	91
Balderas Toral Ricardo	SE23-3	196	Cabrera Ramírez Mayumy Amparo	MIN-6	79
Balderas Toral Ricardo	SE24-32 CARTEL	206	Cabrera Salavarría José Ramón	SE18-5	168
Balderrama Corral Rigoberto	GEOD-7	27	Cabrera Sánchez Nelly	SE22-37	191
Bandy William	SE13-1	156	Caccavari Garza Ana Luz	GEOPAL-15 CARTEL	64
Bandy William	SE13-2	156	Caetano Ernesto	CCA-5	2
Bandy William	SE13-6	157	Caetano Ernesto	CCA-6	2
Barajas Gea Iván	SIS-5	103	Caetano Ernesto	CCA-9	3
Barboza Gudiño José Rafael	GET-2	46	Caetano Ernesto	CCA-11	3
Barboza Gudiño José Rafael	GET-29 CARTEL	53	Caetano Ernesto	CCA-23	6
Barboza Gudiño José Rafael	GEOQP-23 CARTEL	74	Calderon Aguilera Luis Eduardo	OCE-11 CARTEL	86
Barboza Gudiño José Rafael	GEOQP-24 CARTEL	74	Calmus Thierry	GET-7	47
Barboza Gudiño José Rafael	SIS-1	102	Calva Chávez Miriam Alin	SE15-12	162
Barboza Gudiño José Rafael	SIS-35 CARTEL	109	Camacho Pérez Vianey Edaly	FE-12 CARTEL	21
Barco Bazán Iván Omar	EG-13	13	Camacho Pérez Vianey Edaly	FE-19 CARTEL	22
Barco Bazán Iván Omar	EG-17	13	Camacho Pérez Vianey Edaly	SE26-11 CARTEL	217
Barco Bazán Iván Omar	EG-37 CARTEL	17	Camacho Pérez Vianey Edaly	SE26-12 CARTEL	217
Barrera Bucio Mauricio	SE22-5	183	Camalich Carpizo Jaime	OCE-18 CARTEL	87
Barrientos García Bernardino	GET-9	48	Camargo David	EG-13	13
Barrientos García Bernardino	GET-28 CARTEL	53	Camargo David	EG-17	13
Barrón Medellín Ignacio Ponciano	GEOH-20	35	Camargo David	EG-37 CARTEL	17
Bartali Roberto	VUL-7	117	Camargo Valencia Vicente Arturo	SE22-7	183
Barth Andrew P.	GET-5	47	Camargo Valencia Vicente Arturo	SE22-8	183
Bartolomé Rafael	SE13-3	156	Camargo Valencia Vicente Arturo	SE22-10	184
Battu Julie	GEOPAL-18 CARTEL	65	Campos Castan Juan	EG-37 CARTEL	17
Bautista González Luis	EG-18	14	Campos Enríquez Oscar	EG-5	11
Bautista Vicente Flor Silvestre	CCA-2	2	Campos Enríquez Oscar	GEOH-3	30
Bautista Zúñiga Francisco	GEOPAL-18 CARTEL	65	Campos Enríquez Oscar	GEOH-34 CARTEL	38
Bayona Celis Armando	SE02-2	128	Campos Hernández Artemio	SE24-41 CARTEL	208
Bayona Celis Armando	SE22-36	190	Camprubí Antoni	MIN-1	78
Beier Martín Emilio	SE01-2	122	Camprubí Antoni	MIN-2	78
Beier Martín Emilio	SE01-13	124	Camprubí Antoni	MIN-3	78
Bello Segura Delia I	SIS-28	108	Camprubí Antoni	MIN-5	79
Bellon Hervé	GEOQP-10	70	Camprubí Antoni	MIN-10	80
Bellon Hervé	GEOQP-24 CARTEL	74	Camprubí Antoni	SE20-2	174
Belmonte Jiménez Salvador I.	EG-5	11	Canales Meza Andrea	GEOH-4	30
Belmonte Jiménez Salvador I.	EG-8	11	Canet Carles	GEOQP-3	68
Belmonte Jiménez Salvador I.	GEOH-3	30	Canet Carles	MIN-2	78
Belmonte Jiménez Salvador I.	GEOH-34 CARTEL	38	Canet Carles	MIN-3	78
Belmonte Jiménez Salvador I.	SE12-12 CARTEL	153	Canet Carles	MIN-5	79
Benammi Mouloud	GEOPAL-10 CARTEL	64	Canet Carles	MIN-10	80
Benammi Mouloud	PALEO-4	90	Cantú Ontiveros Juan Pablo	SE17-1	164
Bernal Franco Gladys	SE03-5	135	Carbajal Pérez Noel	CCA-2	2
Bernal Juan Pablo	GEOQP-2	68	Carbajal Pérez Noel	OCE-8	85
Bernard Romero Rubén	GEOQP-27 CARTEL	75	Carbajal Pérez Noel	SE15-7	161
Bialas Robert W.	SE23-1	196	Carbó Gorosabel Andrés	EG-1	10
Blanco Betancourt Rafael	SE15-9	161	Carciumarú Dana	SE19-1	172
Blanco Cano Xochitl	FE-22 CARTEL	23	Cárdenas López Mario	GEOD-7	27
Blanco Cano Xochitl	FE-23 CARTEL	23	Cárdenas Monroy Caridad	SIS-27	108
Blanco Cano Xochitl	SE26-6	216	Cárdenas Monroy Caridad	SIS-41 CARTEL	111
Blanco Cano Xochitl	SE26-7	217	Cárdenas Ramírez Arturo	SIS-28	108
Blanco Cano Xochitl	SE26-13 CARTEL	217	Cárdenas Rivera Jorge	VUL-5	116
Blanco Piñón Alberto	SED-1	94	Cárdenas Rodríguez Martimiano	GEOH-26	36
Böhnelt Harald	CCA-31 CARTEL	7	Cardona Benavides Antonio	GEOH-21	35
Böhnelt Harald	GEOPAL-1	62	Carlos Valerio Víctor	SE22-12	184
Böhnelt Harald	GEOPAL-2	62	Carlos Villega Jaime	SIS-29	108
Böhnelt Harald	GEOPAL-4	62	Carranza Castañeda Oscar	PALEO-5	90
Böhnelt Harald	GEOPAL-8	63	Carranza Edwards Arturo	MIN-6	79
Bojorquez Galvez Luter Enrique	GEOD-13 CARTEL	28	Carreño Ana Luisa	SE23-7	197
Bolaños Rodríguez Daniel	GET-1	46	Carreón Freyre Dora	GEOH-12	33
Bolaños Rodríguez Daniel	GET-10	48	Carreón Freyre Dora	GEOH-20	35
Bonifaz Alfonso Roberto	CCA-27 CARTEL	7	Carreón Freyre Dora	GET-9	48
Bonifaz Alfonso Roberto	CCA-29 CARTEL	7	Carreón Freyre Dora	GET-15	50
Borgazzi Andrea	SE26-3	216	Carreón Freyre Dora	SED-18 CARTEL	98
Borgazzi Andrea	SE26-4	216	Carreón Freyre Dora	SE22-14	185
Borraz Santiago María Alejandra	SE22-20	186	Carreón Freyre Dora	SE22-15	185
Borraz Santiago María Alejandra	SE22-35	190	Carreón Freyre Dora	SE24-45 CARTEL	209
Borraz Santiago Rafael de Jesús	SE22-35	190	Carrera Hernández Jaim	GEOH-14	33
Botero Paola	GGA-12 CARTEL	59	Carrera Muñoz Mariela	GEOQP-25 CARTEL	74
Botero Paola	SED-12	97	Carrillo Chávez Alejandro	SE24-45 CARTEL	209
Brassea Ochoa Jesús María	EG-29 CARTEL	16	Carrillo Rosa María	SE23-7	197
Brassea Ochoa Jesús María	SE08-6 CARTEL	144	Carrillo Vargas Armando	FE-4	20
Bravo Cabrera José Luis	CCA-17	5	Carrillo Vargas Armando	FE-17 CARTEL	22
Breton González Mauricio	VUL-2	116	Carrillo Vargas Armando	FE-18 CARTEL	22
Brewer Peter	SE03-3	134	Carrillo Vargas Armando	SE25-3	212
Briseño Ruiz Jessica	GEOH-22	35	Carrillo Vargas Armando	SE25-4	212
Brito Castillo Luis	CCA-18	5	Carrillo Vargas Armando	SE25-5	212
Brito Castillo Luis	GEOH-17	34	Carrillo Vargas Armando	SE25-14	213
Brito Castillo Luis	SE24-4	200	Casanova Delgado José Alfredo	GEOQP-22 CARTEL	73
Brito Castillo Luis	SE24-33 CARTEL	207	Casasola Montañez Mario	SE24-22	204
Buck W. Roger	SE23-1	196	Casillas Pérez Gilberto A.	SE25-5	212
Buontempo Luiza	SE08-1	144	Castañeda Aguilar Roberto	GP-4	42
Burlak Gennady	FE-2	20	Castañeda Leonides Fausto	SE22-12	184
Bustos Contreras Diana	SE22-39 CARTEL	191	Castañeda Miranda Ana Gabriela	CCA-31 CARTEL	7
Buttstaedt Mareike	GET-21 CARTEL	51	Castillo Gurrola José	EG-16	13
Caballero López Rogelio A.	FE-6	20	Castillo Pérez Nadia Itzel	SE24-6	201
Caballero López Rogelio A.	FE-7	20	Castillo Román José	EG-15	13
Caballero López Rogelio A.	FE-16 CARTEL	22	Castillo Román José	EG-30 CARTEL	16
Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-5	63	Castillo Román José	SE22-43 CARTEL	192
Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-9	63	Castillo Sierra María Elena	SE20-5	174

Castillo Trujillo Alma Carolina	OCE-10	86	Corona Romero Nirani	SE24-41 CARTEL	208
Castro Escamilla Minerva	SE20-4	174	Corona Romero Pedro	SE26-5	216
Castro Escamilla Raúl	SIS-11	104	Correa López María de Jesús	SE18-3	168
Castro Escamilla Raúl	SIS-13	104	Cortés Ortíz Eduardo	SIS-47 CARTEL	112
Castro Escamilla Raúl	SIS-24	107	Cortés Ramos Jorge	SE24-44 CARTEL	209
Castro Escamilla Raúl	SIS-32	109	Cortina Urrutia Lucila	SE02-9	130
Castro Guzmán José Cruz	SE22-12	184	Cossío Tomas	PALEO-3	90
Castro Martínez Miguel Ángel	SE24-29	206	Cota Castro Rosario Margarita	SED-8	95
Castro Ochoa Fátima Y.	SE05-1	138	Cota Castro Rosario Margarita	SED-20 CARTEL	99
Castro Osuna Dennise	OCE-15 CARTEL	86	Cowee Misa	FE-22 CARTEL	23
Castro Romero Telma	SE24-2	200	Crevenna Recaséns Andrea Bolongaro	SE21-7	179
Castro Torres Silvia	SIS-49 CARTEL	112	Crevenna Recaséns Andrea Bolongaro	SE21-10 CARTEL	179
Castro Valdez Rubén	OCE-10	86	Cruz Cardenas Gustavo	SE24-36 CARTEL	207
Castro Valdez Rubén	SE01-7	123	Cruz Chávez Francisco Daniel	SED-6	95
Castro Valdez Rubén	SE01-8	123	Cruz Flores Berenice	EG-15	13
Castro Valdez Rubén	SE01-13	124	Cruz Flores Berenice	EG-30 CARTEL	16
Castro Valdez Rubén	SE15-9	161	Cruz Flores Berenice	GET-23 CARTEL	51
Cavazos Pérez Tereza	SE24-10	201	Cruz Hernández Favio	SIS-19	106
Cázares Zurita Paola Edith	EG-27 CARTEL	15	Cruz Hernández Favio	SIS-25	107
Cenicerós Bombela Nora Elia	GEOQP-30 CARTEL	76	Cruz Márquez Judith	VUL-17 CARTEL	119
Cenicerós Gómez Águeda	GGA-4	57	Cruz Orozco Rodolfo	SED-6	95
Cepeda Morales Jushiro	SE05-2	138	Cruz Pastrana Daniela	CCA-23	6
Cepeda Morales Jushiro	SE17-1	164	Cruz Ronquillo Olivia	GEOQP-30 CARTEL	76
Cerca Mariano	GET-9	48	Cuen Romero Francisco Javier	PALEO-7 CARTEL	91
Cerca Mariano	GET-15	50	Cuenca Sánchez Julio	SIS-19	106
Cerca Mariano	GET-17	50	Cuevas Rivera Fernando	SE10-6	148
Cerca Mariano	GET-28 CARTEL	53	Cupul Magaña Luis A.	OCE-12 CARTEL	86
Cerca Mariano	GGA-12 CARTEL	59	Cupul Magaña Luis A.	OCE-13 CARTEL	86
Cerca Mariano	SED-12	97	Cupul Magaña Luis A.	SED-21 CARTEL	99
Cerca Mariano	SED-18 CARTEL	98	Dañobeitia Canales Juan José	SE13-3	156
Cerca Mariano	SE22-14	185	Dávalos Sotelo Raymundo	SIS-30	108
Cerca Mariano	SE22-15	185	Dávila Rangel Ignacio	GEOH-29 CARTEL	37
Cerca Mariano	SE23-4	196	De Anda García Miguel Alejandro	GEOQP-14	71
Cervantes Audelo Irving G.	SE15-8	161	De León Gómez Héctor	GEOH-6	31
Chacon Baca Elizabeth	PALEO-3	90	De León Gómez Héctor	GEOH-40 CARTEL	40
Chapa Arce Rosbell Iván	SE22-42 CARTEL	192	De León Gómez Héctor	GGA-14 CARTEL	60
Chapa Guerrero José Rosbel	SE22-42 CARTEL	192	De la Cruz Orozco Martín Efraín	SE17-1	164
Chavacán Marcos	EG-13	13	De la Cruz Orozco Martín Efraín	SE17-2	164
Chavacán Marcos	EG-17	13	De la Cruz Reyna Servando	VUL-10 CARTEL	118
Chavarría Hernández Jerónimo	SE21-7	179	De la Cruz Reyna Servando	SE22-34	190
Chávez Aguirre Rafael	GEOH-29 CARTEL	37	De la Garza Grimaldo Miguel	GEOQP-21 CARTEL	73
Chávez Alegría Omar	EG-3	10	De la Luz Víctor	FE-27 CARTEL	24
Chávez Alegría Omar	SE22-18	186	De la Parra Arellano Myriam Giselle	SE22-26	188
Chávez Álvarez Jazmín	GET-17	50	De la Rosa Meneses Dulce G.	SE13-1	156
Chávez Álvarez Jazmín	GET-28 CARTEL	53	De la Rosa Sarmiento Isela Coral	GEOH-34 CARTEL	38
Chávez Cabello Gabriel	EG-4	10	Del Angel Morales Juan Gerardo	SE18-3	168
Chávez Cabello Gabriel	GET-8	48	Delgadillo Hinojosa Francisco	SE17-6	165
Chávez Cabello Gabriel	GEOQP-8	69	Delgado Argote Luis A.	GET-6	47
Chávez Cabello Gabriel	GEOQP-21 CARTEL	73	Delgado Argote Luis A.	GEOQP-5	69
Chávez Cabello Gabriel	GEOQP-22 CARTEL	73	Delgado Argote Luis A.	GEOQP-6	69
Chávez Cabello Victoria	SED-18 CARTEL	98	Delgado Argote Luis A.	GEOQP-7	69
Chávez Pérez Sergio	SE10-4	148	Delgado Argote Luis A.	SIS-14	105
Chávez Pérez Sergio	SE10-7	149	Delgado Argote Luis A.	SE08-2	144
Chávez Pérez Víctor Manuel	CCA-28 CARTEL	7	Delgado Argote Luis A.	SE22-2	182
Chávez Segura René	EG-20	14	Delgado Argote Luis A.	SE22-25	188
Chávez Segura René	EG-24	15	Delgado García Samuel	GEOQP-21 CARTEL	73
Chávez Verónica Paniagua	GGA-10 CARTEL	59	Delgado Granados Hugo	VUL-11 CARTEL	118
Cherenkova Elena	SE24-40 CARTEL	208	Delgado Granados Hugo	SE24-44 CARTEL	209
Cid Villegas Gonzalo	GEOH-9	32	Delgado Javier	SE24-31	206
Cid Villegas Gonzalo	GET-23 CARTEL	51	Delgado Vázquez Marco Antonio	GEOH-25	36
Cienfuegos Alvarado Edith	PALEO-4	90	Dena Ornelas Oscar Sotero	GEOH-1	30
Cifuentes Nava Gerardo	EG-35 CARTEL	17	Desmond Barton Eric	OCE-7	85
Clayton Robert	SIS-31	109	Díaz Castañeda Victoria	OCE-1	84
Clayton Robert	SIS-45 CARTEL	112	Díaz Castellón Rodolfo	SE22-5	183
Coconi Morales Enrique	SE18-2	168	Díaz Cruz Mario	SE25-2	212
Coconi Morales Enrique	SE18-8	169	Díaz Flores Miguel Ángel	OCE-6	85
Collins Curtis	OCE-10	86	Díaz Méndez Guillermo	OCE-19 CARTEL	87
Colmenero Sujo Luis Humberto	GEOH-29 CARTEL	37	Díaz Molina Oscar	EG-31 CARTEL	16
Comi González Boris Vladimír	CCA-9	3	Díaz Molina Oscar	SE22-6	183
Conde Álvarez Cecilia	SE24-5	200	Díaz Molina Oscar	SE22-8	183
Conde Álvarez Cecilia	SE24-8	201	Díaz Molina Oscar	SE22-10	184
Conde Álvarez Cecilia	SE24-9	201	Díaz Salmerón José Edmundo	SE22-7	183
Conde Álvarez Cecilia	SE24-11	202	Díaz Salmerón José Edmundo	SE22-10	184
Conde Álvarez Cecilia	SE24-15	202	Díaz de Cossio Batani Guillermo Eduardo	SIS-38 CARTEL	110
Conde Álvarez Cecilia	SE24-16	203	Domínguez Antonio	SE12-11 CARTEL	153
Conde Álvarez Cecilia	SE24-20	203	Doser Diane I.	SIS-50 CARTEL	113
Conde Álvarez Cecilia	SE24-21	204	Dougherty Michele K.	FE-22 CARTEL	23
Conde Álvarez Cecilia	SE24-23	204	Duque Trujillo José	SE23-10	198
Conde Álvarez Cecilia	SE24-30	206	Durán Aguilar R Fabián	SED-14 CARTEL	97
Conde Álvarez Cecilia	SE24-34 CARTEL	207	Durand Manterola Héctor	FE-24 CARTEL	23
Conde Álvarez Cecilia	SE24-35 CARTEL	207	Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-19 CARTEL	87
Conde Álvarez Cecilia	SE24-37 CARTEL	208	Durazo Tapia Gustavo	SIS-33	109
Conde Álvarez Luis	SE24-43 CARTEL	209	Dworak Robinson Juan	SE15-4	160
Contreras Catala Fernando	SE01-15	124	Echer Ezequiel	SE26-3	216
Contreras Hernández Ana Delia	CCA-8	3	Elias Zavala Viviana Erendira	GEOH-39 CARTEL	39
Contreras Hernández Ana Delia	CCA-13	4	Elizondo Samano Martha	EG-20	14
Contreras Hernández Ana Delia	CCA-15	4	Encarnación Martínez Martín Leonel	SE21-6	178
Contreras Pérez Juan	SE23-3	196	Enríquez Mónica	GGA-12 CARTEL	59
Contreras Pérez Juan	SE23-8	197	Enríquez Mónica	SED-12	97
Contreras Riuz Esparza Moises	SIS-18	106	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	GEOQP-5	69
Corbo Camargo Fernando	EG-3	10	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	SE22-25	188
Corbo Camargo Fernando	EG-5	11	Escobar Briones Elva	SE13-1	156
Cordero Tercero Ma. Guadalupe	FE-5	20	Escobar Briones Elva	SE13-2	156
Córdoba Barba Diego	EG-1	10	Escobar Sánchez Juana Elia	SED-5	95
Córdoba Barba Diego	SE13-3	156	Escobedo Molina Jorge	SE08-3	144
Córdova Athanasiadis Milagros	SE22-39 CARTEL	191	Escolero Fuentes Oscar	GEOH-11	32
Corona Chávez Pedro	SE22-32	189	Escolero Fuentes Oscar	GEOH-33 CARTEL	38

Escorza Reyes Marisol	EG-36 CARTEL	17	Gallardo Zepeda Gabriela	EG-15	13
Escorza Reyes Marisol	GEOPAL-20 CARTEL	66	Gallardo Zepeda Gabriela	EG-30 CARTEL	16
Escudero Christian R.	SIS-50 CARTEL	113	Gallardo Zepeda Gabriela	GGA-11 CARTEL	59
Espadas Manrique Celene	SE24-11	202	Galván Ortiz Luis Manuel	SE22-24	187
Esparza Hernández Francisco Javier	EG-26 CARTEL	15	Gálvez Valdéz Jesús Oscar	SIS-38 CARTEL	110
Esparza Hernández Francisco Javier	SE08-5	144	Gamez Balmaceda Ena	SIS-7	103
Esparza Ponce Hilda	MIN-4	79	Gamez González Francisco Javier	GEOH-20	35
Espíndola Castro Juan Manuel	VUL-3	116	Garces Ester	SE15-13	162
Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOD-13 CARTEL	28	García Abdeslem Juan	SE07-5	140
Espinosa Carreón T. Leticia	SE17-1	164	García Abdeslem Juan	SE23-2	196
Espinosa Carreón T. Leticia	SE17-2	164	García Alonso Donají	MIN-5	79
Espinosa Nuria	EG-17	13	García Amador Alfredo	SE22-39 CARTEL	191
Espinosa Nuria	EG-37 CARTEL	17	García Amador Bernardo Ignacio	EG-11	12
Espinosa Villalpando Luis Angel	SE22-16	185	García Arreola María Elena	GET-29 CARTEL	53
Espinoza Matías Silvia	GEOQP-15	72	García Delgado Belen	EG-9	12
Espinoza Ruiz Francisco	GEOD-3	26	García Elena Centeno	VUL-6	117
Espinoza Tamarindo Brisia Edit	SE24-6	201	García Escobedo Rocío	SED-21 CARTEL	99
Estrada Arreola Juan Cecilio	FE-12 CARTEL	21	García Escovedo Octavio	GET-17	50
Estrada Arreola Juan Cecilio	SE26-11 CARTEL	217	García Figueroa Denisse Aurora	SED-8	95
Estrada Arreola Juan Cecilio	SE26-12 CARTEL	217	García García Fernando	CCA-3	2
Estrada Godoy Francisco	SE24-36 CARTEL	207	García García Fernando	CCA-11	3
Estrada Policarpo Ruxahany	SE07-6 CARTEL	141	García González Emma Gema	MIN-5	79
Estrada Porrúa Francisco	SE24-5	200	García Grijalva Guillermo	SE24-22	204
Estrada Porrúa Francisco	SE24-15	202	García Hernández Cristina	SE07-6 CARTEL	141
Estrada Porrúa Francisco	SE24-16	203	García Hernández Jesús	GP-1	42
Estrada Porrúa Francisco	SE24-38 CARTEL	208	García Hernández Jesús	GP-2	42
Estrada Porrúa Francisco	SE24-39 CARTEL	208	García Lerma Dora Lizeth	EG-34 CARTEL	17
Estrada Solís Ana	GEOH-6	31	García Leyton Luis Alberto	CCA-16	4
Estrada Solís Ana	GGA-14 CARTEL	60	García López Ramón V.	GEOD-5	26
Expósito Díaz Gilberto	SE15-5	160	García López Ramón V.	GEOD-7	27
Expósito Díaz Gilberto	SE21-7	179	García López Ramón V.	GEOD-10 CARTEL	28
Fabela Rodríguez Orlando	SIS-18	106	García López Ramón V.	GEOD-12 CARTEL	28
Farfán Sánchez Francisco Javier	SIS-38 CARTEL	110	García Magda Cecilia	SE24-41 CARTEL	208
Farina Paolo	SE22-1	182	García Márquez Jorge	GET-9	48
Farreras Sanz Salvador	SE21-3	178	García Martínez José Luis	FE-8	21
Fayek Mostafa	GEOQP-18	72	García Mirafuentes Sarai	SE15-16 CARTEL	162
Felipe Matías Jorge Humberto	FE-12 CARTEL	21	García Morales Ricardo	SE15-11	161
Felipe Matías Jorge Humberto	SE26-11 CARTEL	217	García Nava Héctor	OCE-14 CARTEL	86
Felipe Matías Jorge Humberto	SE26-12 CARTEL	217	García Pérez Leticia	EG-22	14
Felisardo Gámez Rosario	SIS-33	109	García Pérez Leticia	EG-25 CARTEL	15
Fernández Eguarte Agustín	SE24-14	202	García Puente Daniel Martín	SE22-42 CARTEL	192
Fernández Heredia Avelina Idalmis	SIS-24	107	García Quintero Janett	SE18-4	168
Ferrari Luca	GEOQP-11	70	García Rangel Gerardo	SE22-17	186
Ferrari Luca	SED-18 CARTEL	98	García Reynosos Agustín	SE24-31	206
Ferrari Luca	SE02-1	128	García Rogelio Gerardo	CCA-7	3
Ferrari Luca	SE23-10	198	García Sánchez Irma Estefanía	SE24-29	206
Ferrer Rosa María	SE24-35 CARTEL	207	García Sánchez Irma Estefanía	SE24-43 CARTEL	209
Figuera Martínez Mariana	GEOH-36 CARTEL	38	García Tovar Gloria Patricia	GEOQP-12	71
Figueroa Rodríguez J. Manuel	OCE-9	85	García Tovar Gloria Patricia	GEOQP-26 CARTEL	75
Figueroa Soto Angel	SIS-4	102	García Urbina Fernando	SE12-11 CARTEL	153
Filatov Denis	CCA-20	5	García Velasco Javier	GEOH-15	33
Filatov Denis	CCA-21	6	García Velasco Javier	GEOH-16	34
Filonov Anatoliy	CCA-28 CARTEL	7	García y Barragán Juan Carlos	GEOQP-5	69
Filonov Anatoliy	SE01-14	124	García y Barragán Juan Carlos	SED-9	96
Filonov Anatoliy	SE15-3	160	Garduño Mornoy Víctor Hugo	EG-31 CARTEL	16
Filonov Anatoliy	SE15-6	160	Garduño Mornoy Víctor Hugo	GET-16	50
Fitz Díaz Elisa	GET-1	46	Garduño Mornoy Víctor Hugo	GET-19	50
Fitz Díaz Elisa	GET-3	46	Garduño Mornoy Víctor Hugo	GET-20	51
Fitz Díaz Elisa	GET-4	47	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SED-11	96
Fitz Díaz Elisa	GET-10	48	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-1	182
Flores Acosta Mario	GEOQP-33 CARTEL	76	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-6	183
Flores Capetillo Ricardo	SE10-2	148	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-7	183
Flores Flores Alfredo	GEOH-4	30	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-8	183
Flores Flores Alfredo	SE07-6 CARTEL	141	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-10	184
Flores Flores Alfredo	SE22-3	182	Garduño Mornoy Víctor Hugo	SE22-17	186
Flores Luna Carlos	EG-16	13	Garduño René	CCA-22	6
Flores Luna Carlos	EG-23	14	Garduño René	CCA-30 CARTEL	7
Flores Márquez Elsa Leticia	GEOH-11	32	Garduño René	FE-9	21
Flores Márquez Elsa Leticia	SE23-12 CARTEL	198	Garduño René	SE24-13	202
Flores Ramírez Araceli Guadalupe	SE24-29	206	Garza Almanza Victoriano	SE24-19	203
Flores Salgado Claudia Azalia	VUL-11 CARTEL	118	Garza Juan Arturo	GEOH-5	31
Flores Trujillo Juan	SE01-11	124	Garza Rocha Daniel	EG-38 CARTEL	18
Flores Villarejo José Abel	SE03-1	134	Garza Vela Luis Alberto	SE22-42 CARTEL	192
Fort Mike	EG-1	10	Gasca Herrera Ángel Eduardo	CCA-16	4
Franco Sánchez Sara Ivonne	MIN-10	80	Gaviño Rodríguez Juan	CCA-7	3
Franco Sánchez Sara Ivonne	SIS-27	108	Gaviño Rodríguez Juan	OCE-5	85
Franco Sánchez Sara Ivonne	SIS-31	109	Gaviño Rodríguez Juan	OCE-8	85
Franco Sánchez Sara Ivonne	SIS-41 CARTEL	111	Gaviño Rodríguez Juan	OCE-17 CARTEL	87
Frez Cárdenas José	SIS-22	107	Gaviño Rodríguez Juan	SE07-5	140
Frez Cárdenas José	SIS-29	108	Gaviño Rodríguez Juan	SE15-11	161
Fuentes Cobas Luis	MIN-4	79	Gaviño Rodríguez Juan	SE15-12	162
Gaeta Dorado Martha	GEOH-25	36	Gaviño Rodríguez Juan	SE15-13	162
Galaz Escanilla Gonzalo	GET-11	48	Gaviño Rodríguez Juan	SE22-33	190
Galeana Pizaña José Mauricio	SE24-42 CARTEL	209	Gaxiola Castro Gilberto	SE01-17	125
Galicía Pérez Marco Antonio	CCA-7	3	Gaxiola Castro Gilberto	SE05-2	138
Galicía Pérez Marco Antonio	OCE-5	85	Gaxiola Castro Gilberto	SE17-1	164
Galicía Pérez Marco Antonio	OCE-8	85	Gaxiola Castro Gilberto	SE17-2	164
Galicía Pérez Marco Antonio	OCE-17 CARTEL	87	Gaxiola Castro Gilberto	SE17-3	164
Galicía Pérez Marco Antonio	SE07-5	140	Gay García Carlos	SE24-1	200
Galicía Pérez Marco Antonio	SE15-11	161	Gay García Carlos	SE24-3	200
Galicía Pérez Marco Antonio	SE15-12	162	Gay García Carlos	SE24-5	200
Galicía Pérez Marco Antonio	SE15-13	162	Gay García Carlos	SE24-11	202
Galicía Pérez Marco Antonio	SE22-33	190	Gay García Carlos	SE24-15	202
Galindo Domínguez Roberto	SE13-6	157	Gay García Carlos	SE24-16	203
Galindo Zaldivar Jesús	EG-6	11	Gay García Carlos	SE24-17	203
Galindo Zaldivar Jesús	EG-7	11	Gay García Carlos	SE24-20	203
Galindo Zaldivar Jesús	SE08-1	144	Gay García Carlos	SE24-21	204

Gay García Carlos	SE24-23	204	Granados Olivas Alfredo	GEOH-1	30
Gay García Carlos	SE24-30	206	Graña Bruña José Luis	EG-1	10
Gay García Carlos	SE24-38 CARTEL	208	Greene Gondi Fernando	SIS-21	106
Gay García Carlos	SE24-39 CARTEL	208	Gres Hernández Geovani	EG-35 CARTEL	17
Gendron Diane	SE01-6	123	Grijalva Noriega Francisco Javier	PALEO-7 CARTEL	91
Geyer Adelina	VUL-13 CARTEL	118	Grijalva Noriega Francisco Javier	SED-10	96
Gil Silva Eduardo	SE01-7	123	Grijalva y Ortiz Nicolás	GP-8 CARTEL	43
Giordano Niccolò	SE22-7	183	Grijalva y Ortiz Nicolás	SE13-4	156
Giordano Niccolò	SE22-8	183	Grijalva y Ortiz Nicolás	SE13-5	156
Giordano Niccolò	SE22-10	184	Grimalsky Vladimir	FE-14 CARTEL	21
Girón García Patricia	MIN-9	80	Grimalsky Vladimir	GEOQP-4	68
Godínez Calderón María de Lourdes	VUL-3	116	Grosse Pablo	VUL-13 CARTEL	118
Godínez Orta Lucio	OCE-2	84	Grosse Pablo	VUL-14 CARTEL	119
Godínez Orta Lucio	SE15-14 CARTEL	162	Guardado France Rigoberto	OCE-12 CARTEL	86
Godínez Orta Lucio	SE21-1	178	Guerra Vázquez José César	FE-12 CARTEL	21
Godínez Sandoval Víctor	SE01-13	124	Guerra Vázquez José César	SE26-11 CARTEL	217
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-12 CARTEL	64	Guerra Vázquez José César	SE26-12 CARTEL	217
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-13 CARTEL	64	Guerrero Arenas Rosalía	PALEO-6 CARTEL	91
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-18 CARTEL	65	Guerrero Arenas Rosalía	PALEO-9 CARTEL	91
Golindano Hamana Yacira	SE18-5	168	Guerra Caudillo Fernando	EG-27 CARTEL	15
Gómez Castillo Gemma	SE22-13	185	Guilbaud Marie-Noëlle	VUL-15 CARTEL	119
Gómez Ceballos Luis Fernando	GP-8 CARTEL	43	Gutiérrez Calderón Raúl	SE22-14	185
Gómez Díaz Jesús David	SE24-21	204	Gutiérrez Calderón Raúl	SE22-15	185
Gómez Díaz Jesús David	SE24-23	204	Gutiérrez Czelakowska Diana	SE22-39 CARTEL	191
Gómez Domínguez Francisco Javier	GEOH-1	30	Gutiérrez Guevara Marytere	SE18-3	168
Gómez García David	SE02-12	130	Gutiérrez Lacayo Martín	SE24-25	205
Gómez González Juan Martín	SIS-1	102	Gutiérrez López Alfonso	SE21-6	178
Gómez González Juan Martín	SIS-3	102	Gutiérrez López Alfonso	SE21-9 CARTEL	179
Gómez González Juan Martín	SIS-5	103	Gutiérrez Martínez Celso	SE25-3	212
Gómez González Juan Martín	SIS-35 CARTEL	109	Gutiérrez Molotla Javier	SE24-41 CARTEL	208
Gómez González Juan Martín	SIS-37 CARTEL	110	Gutiérrez Ruiz Margarita	GGA-4	57
Gómez González Juan Martín	SIS-39 CARTEL	110	Gutiérrez Ruiz Margarita	GGA-5	57
Gómez González Juan Martín	SIS-40 CARTEL	111	Gutiérrez Ruiz Margarita	GGA-6	57
Gómez González Juan Martín	SIS-43 CARTEL	111	Gutiérrez Ruiz Margarita	GGA-13 CARTEL	60
Gómez González Juan Martín	SE07-3	140	Gutiérrez Villanueva Manuel Othon	SE15-9	161
Gómez Ramírez Mario	CCA-14	4	Guzmán Arroyo Manuel	GEOH-15	33
Gómez Ramírez Mario	SE21-8 CARTEL	179	Guzmán Arroyo Manuel	GEOH-16	34
Gómez Treviño Enrique	SE07-5	140	Guzmán Galindo Tiojari	GEOD-10 CARTEL	28
Gómez Treviño Enrique	SE08-5	144	Guzmán García Rosalinda	GET-31 CARTEL	53
Gómez Valdéz José	SE15-4	160	Guzmán Ortiz Eric Jovani	FE-21 CARTEL	23
Gómez Vázquez Angel	VUL-10 CARTEL	118	Guzmán Perdomo Aquileo	SE24-43 CARTEL	209
González Amezcua Miguel	VUL-2	116	Guzmán Silvina	VUL-13 CARTEL	118
González Antonio	GEOPAL-5	63	Guzmán Speziale Marco	SIS-8	103
González Arturo	GEOD-4	26	Guzmán Vega Mario Alberto	GP-7 CARTEL	43
González Avalos Eugenio	SE24-41 CARTEL	208	Heise W.	EG-7	11
González Becuar Elizard	GEOQP-19 CARTEL	73	Helenes Escamilla Javier	SE01-11	124
González Castillo Martín	GP-3	42	Helenes Escamilla Javier	SE03-2	134
González Escobar Mario	EG-2	10	Helenes Escamilla Javier	SE23-3	196
González Escobar Mario	SIS-16	105	Helenes Escamilla Javier	SE23-7	197
González Escobar Mario	SE23-4	196	Herguera García Juan Carlos	SE03-3	134
González Escobar Mario	SE23-5	196	Herguera García Juan Carlos	SE03-5	135
González Esparza J. Américo	FE-4	20	Herguera García Juan Carlos	SE23-8	197
González Esparza J. Américo	FE-17 CARTEL	22	Hernández Alcántara Teofilo	VUL-10 CARTEL	118
González Esparza J. Américo	FE-18 CARTEL	22	Hernández Alinne Solano	SIS-27	108
González Esparza J. Américo	FE-19 CARTEL	22	Hernández Álvarez Elizabeth	GEOQP-29 CARTEL	75
González Esparza J. Américo	SE25-3	212	Hernández Andrade Marco Antonio	GEOH-8	32
González Esparza J. Américo	SE25-4	212	Hernández Ávila Pablo	SE24-7	201
González Esparza J. Américo	SE25-5	212	Hernández Becerril David Uriel	SE17-4	164
González Esparza J. Américo	SE26-2	216	Hernández Camacho Ramón Alfonso	GEOD-13 CARTEL	28
González Esparza J. Américo	SE26-5	216	Hernández Cruz Grisleda Berenice	GGA-7	58
González Esparza J. Américo	SE26-8	217	Hernández Embriz Juan	EG-9	12
González Esparza J. Américo	SE26-10 CARTEL	217	Hernández Espriú Antonio	GEOH-18	34
González Eugenio	SE24-43 CARTEL	209	Hernández Espriú Antonio	GEOH-23	35
González García Moisés	FE-2	20	Hernández Guadarrama José Luis	CCA-29 CARTEL	7
González González Rodrigo	SE21-3	178	Hernández Hernández Edilma	EG-27 CARTEL	15
González Guevara José Luis	GP-8 CARTEL	43	Hernández Hernández Héctor	SE02-4	128
González Guevara José Luis	GET-18	50	Hernández Hernández Héctor	SE02-5	129
González Guevara José Luis	SE07-4	140	Hernández Hernández Javier	SIS-30	108
González Guzmán Reneé	GEOQP-8	69	Hernández López Liz Edith	SE12-4	152
González Guzmán Reneé	GEOQP-21 CARTEL	73	Hernández Madrigal Víctor Manuel	GET-19	50
González Herrera Raúl	SIS-2	102	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-4	182
González Herrera Raúl	SE22-20	186	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-6	183
González Herrera Raúl	SE22-35	190	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-7	183
González Herrera Raúl	SE22-38	191	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-8	183
González José	GEOPAL-14 CARTEL	64	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-10	184
González León Carlos M.	GEOQP-9	70	Hernández Madrigal Víctor Manuel	SE22-17	186
González León Carlos M.	SE20-6	174	Hernández Morales Víctor	CCA-16	4
González Luján Angela Paola	GEOQP-22 CARTEL	73	Hernández Quintero Esteban	EG-31 CARTEL	16
González Magdalena	FE-16 CARTEL	22	Hernández Quintero Esteban	EG-35 CARTEL	17
González Martínez Francisco Javier	SE22-21	187	Hernández Quintero Esteban	GEOPAL-15 CARTEL	64
González Méndez Luis Xavier	SE25-12	213	Hernández Quiroz Manuel	SE24-41 CARTEL	208
González Naranjo Gildardo A.	GEOPAL-4	62	Hernández Ramírez Daniel	GGA-10 CARTEL	59
González Navarro Juan Ignacio	SE21-3	178	Hernández Rendón María del Carmen	GEOH-10	32
González Partida Eduardo	GEOQP-3	68	Hernández Reséndiz José Daniel	SE21-9 CARTEL	179
González Partida Eduardo	GEOQP-28 CARTEL	75	Hernández Rosales Arturo	CCA-12	4
González Partida Eduardo	MIN-2	78	Hernández Rosales Arturo	CCA-25	6
González Partida Eduardo	MIN-3	78	Hernández Silva Gilberto	GEOQP-31 CARTEL	76
González Partida Eduardo	MIN-5	79	Hernández Silva Gilberto	GEOQP-32 CARTEL	76
González Partida Eduardo	MIN-10	80	Hernández Tejeda Tomás	SE24-41 CARTEL	208
González Rangel José Antonio	GEOH-29 CARTEL	37	Hernández Tejeda Tomás	SE24-42 CARTEL	209
González Rangel José Antonio	GEOPAL-11 CARTEL	64	Hernández Tejeda Tomás	SE24-43 CARTEL	209
González Rivera Daniel	EG-39 CARTEL	18	Hernández Vázquez Gabriela	SED-15 CARTEL	98
González Verdejo Oziel	SE10-4	148	Hernández Vázquez Gabriela	SED-17 CARTEL	98
Gracia Gasca Adolfo	SE01-12	124	Herrera Carbajal Socorro	GEOH-13	33
Gradilla Martínez Luis C.	SED-21 CARTEL	99	Herrera García Marco Antonio	SE24-3	200
Grajales Nishimura José M.	GP-1	42	Herrera García Marco Antonio	SE24-20	203
Grajales Nishimura José M.	GP-2	42	Herrera Juárez Viridiana	GGA-11 CARTEL	59

Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-21	35	Ladrón de Guevara María	EG-8	11
Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-22	35	Ladrón de Guevara María	SE12-12 CARTEL	153
Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-37 CARTEL	39	Lagos Lopéz Marcelo	SE21-4	178
Hinojo Alonso Norma Angelica	GEOQP-31 CARTEL	76	Lara Alejandro	FE-16 CARTEL	22
Hogan Patrick	SE01-9	123	Lara Alejandro	FE-27 CARTEL	24
Hornelas Orozco Yolanda	GEOQP-15	72	Lara Alejandro	SE25-1	212
Huerta Flores Tania Paulina	GET-31 CARTEL	53	Lara Alejandro	SE26-3	216
Huerta López Carlos	SIS-11	104	Lara Alejandro	SE26-4	216
Huerta López Carlos	SIS-17	105	Lara Guerrero Fernando	GEOH-19	34
Huerta López Carlos	SIS-24	107	Lara Lara José Rubén	SE17-5	165
Huerta López Carlos	SIS-32	109	Lara Sánchez Alejandro	SE02-10	130
Huesca Hernández Daniel	SIS-30	108	Lara Sánchez Alejandro	SE25-6	212
Hurtado Pizano Alejandro	SE25-9	213	Lares Reyes María Lucila	SE17-6	165
Husker Allen	SIS-45 CARTEL	112	Larragivel Bustamante Víctor	SE22-39 CARTEL	191
Ibarra Martínez Sergio Eduardo	SE22-42 CARTEL	192	Lavín Miguel	OCE-9	85
Iglesias Mendoza Arturo	SIS-27	108	Lavín Miguel	SE01-1	122
Iglesias Mendoza Arturo	SIS-31	109	Lavín Miguel	SE01-2	122
Iglesias Mendoza Arturo	SIS-45 CARTEL	112	Lavín Miguel	SE01-13	124
Iriondo Alexander	GEOQP-20 CARTEL	73	Lavín Miguel	SE01-14	124
Iriondo Alexander	GEOQP-22 CARTEL	73	Lavín Miguel	SE01-15	124
Islas Romo Ana Cristina	SE08-4	144	Lázaro Mancilla Octavio	EG-28 CARTEL	15
Israde Alcántara Isabel	GET-16	50	Le Pichon Xavier	GET-27 CARTEL	52
Israde Alcántara Isabel	GET-19	50	Leal Silva María del Carmen	SE12-6	152
Israde Alcántara Isabel	GEOQP-16	72	Ledesma Vázquez Jorge	OCE-12 CARTEL	86
Israde Alcántara Isabel	SED-11	96	Ledo Juanjo	EG-6	11
Izaguirre Pompa Aldo	GEOQP-22 CARTEL	73	Legrand Denis	SIS-45 CARTEL	112
Jacobson Carl E.	GET-5	47	Leisner Jared S.	FE-22 CARTEL	23
Jacques Ayala César	GET-5	47	Lemus Alarcón Oscar Roberto	SE22-42 CARTEL	192
Jacques Ayala César	SED-9	96	León Gutiérrez José David	SE24-42 CARTEL	209
Jacques Ayala César	SIS-11	104	León Loya Rodrigo A.	SIS-3	102
Jaramillo Legorreta Armando	SE01-6	123	León Loya Rodrigo A.	SIS-40 CARTEL	111
Jasso Lara Lilibeth	VUL-7	117	León Loya Rodrigo A.	SIS-43 CARTEL	111
Jasso Saldaña Josué Joao	GEOQP-21 CARTEL	73	León Paulina	GGA-12 CARTEL	59
Jáuregui Ostos Ernesto	SE24-22	204	León Paulina	SED-12	97
Jazcilevich Diamant Aron	SE24-31	206	León Sánchez Paul Daniel	EG-21	14
Jens Lowag	GEOH-6	31	Leonardo Suárez Miguel	SIS-30	108
Jeyakumar Solai	FE-18 CARTEL	22	Leonel Collado Jottin	SIS-44 CARTEL	111
Jeyakumar Solai	SE25-5	212	Lermo Samaniego Javier	SIS-34	109
Jeyapalan Selvanayagam A.	SE25-3	212	Lermo Samaniego Javier	SE22-16	185
Jian Lan	SE26-6	216	Levchenko Oleg	GEOH-6	31
Jian Lan	SE26-7	217	Levchenko Oleg	GGA-14 CARTEL	60
Jian Lan	SE26-13 CARTEL	217	Levresse Gilles	SE24-45 CARTEL	209
Jiménez Escalona José Carlos	VUL-11 CARTEL	118	Leyva Suárez Esther	GEOH-37 CARTEL	39
Jiménez Esquivel Victoria Mariel	OCE-13 CARTEL	86	Lezama Tapia Claudio	GP-8 CARTEL	43
Jiménez González Carlos	GEOH-34 CARTEL	38	Lima García Rosa María	GET-17	50
Jiménez González Carlos	SIS-47 CARTEL	112	Linares Carlos	GEOQP-15	72
Jiménez Guerrero Martín	GP-4	42	Linares Carlos	MIN-2	78
Jiménez Hernández Sergio Bernardo	OCE-4	84	Linares Carlos	MIN-3	78
Jiménez Hidalgo Eduardo	PALEO-6 CARTEL	91	Lizarraga García Fredy	GEOD-7	27
Jiménez Hidalgo Eduardo	PALEO-9 CARTEL	91	Llamas Barba Ricardo	CCA-27 CARTEL	7
Jiménez Illescas Angel Rafael	OCE-5	85	Lluch Cota Salvador	SE24-28	205
Jiménez Illescas Angel Rafael	OCE-17 CARTEL	87	López Álvarez Briseida	GEOH-21	35
Jiménez Jiménez Zenón	SIS-28	108	López Cruz Abeyro José	FE-11 CARTEL	21
Jiménez Suárez Grabiell	GEOH-31 CARTEL	37	López Cruz Abeyro José	GEOQP-4	68
Jonathan M.P.	VUL-6	117	López Cruz Abeyro José	SE25-7	212
Juárez Arenas Rodolfo	GEOH-33 CARTEL	38	López Cruz Abeyro José	SE25-10	213
Juárez López Karla	GEOQP-12	71	López Cruz Abeyro José	SE25-11	213
Juárez Mendoza Rogelio	SED-17 CARTEL	98	López Del Río Hugo	GEOH-29 CARTEL	37
Juárez Núñez Apolonio	SE24-3	200	López Delgado Verónica	GEOPAL-17 CARTEL	65
Juárez Núñez Apolonio	SE24-20	203	López Díaz Fanny	SE24-8	201
Juárez Núñez Emma	SE24-20	203	López Doncel Rubén	GEOQP-24 CARTEL	74
Juárez Romero Raúl	OCE-13 CARTEL	86	López Doncel Rubén	SED-1	94
Julio Miranda Patricia	SE22-9	184	López Doncel Rubén	SED-2	94
Kajdic Primoz	FE-23 CARTEL	23	López García Karen D.	SIS-40 CARTEL	111
Kaufmann Pierre	FE-27 CARTEL	24	López García Karen D.	SIS-43 CARTEL	111
Keppie Duncan	GET-11	48	López García Pedro	EG-24	15
Keppie Duncan	GET-12	49	López Loera Héctor	EG-4	10
Keppie Duncan	GEOQP-13	71	López Loera Héctor	EG-39 CARTEL	18
Kohn Ledesma Ingrid Alejandra	GEOH-11	32	López Loera Héctor	GEOH-32 CARTEL	38
Kohn Ledesma Ingrid Alejandra	SE23-12 CARTEL	198	López Loera Héctor	GEOH-36 CARTEL	38
Koshevaya Svetlana	FE-14 CARTEL	21	López Loera Héctor	GET-13	49
Koshevaya Svetlana	GEOQP-4	68	López López Daniel	SE24-27	205
Kostoglodov Vladimir	SIS-45 CARTEL	112	López Mariscal J. Manuel	OCE-9	85
Kotchev Aleksey A.	GEOD-2	26	López Martínez Margarita	GEOQP-11	70
Kotsarenko Anatoly	FE-11 CARTEL	21	López Martínez Margarita	SE23-10	198
Kotsarenko Anatoly	FE-14 CARTEL	21	López Mendoza Germán	SE22-43 CARTEL	192
Kotsarenko Anatoly	GEOH-6	31	López Montes Rebeca	FE-13 CARTEL	21
Kotsarenko Anatoly	GEOH-40 CARTEL	40	López Montes Rebeca	SE25-7	212
Kotsarenko Anatoly	GGA-14 CARTEL	60	López Moreno Manuel	GEOD-7	27
Kotsarenko Anatoly	GEOQP-4	68	López Octavio	EG-1	10
Kotsarenko Anatoly	GEOQP-31 CARTEL	76	López Ortiz B. Estela	OCE-18 CARTEL	87
Kotsarenko Anatoly	SE25-7	212	López Pineda Leobardo	SIS-33	109
Kotsarenko Anatoly	SE25-10	213	López Valdivia Erika Nallely	GEOH-7	31
Kotsarenko Anatoly	SE25-11	213	Lorenzo Pulido Cecilia Dolores	SE18-1	168
Kretschmar Thomas	GEOH-24	36	Lounejeva Elena	GEOQP-2	68
Kretschmar Thomas	GEOH-28 CARTEL	37	Lowag J.	GGA-14 CARTEL	60
Krivosheya Konstantin	GEOH-5	31	Lozano Juárez Mónica Adriana	SE24-9	201
Krivosheya Konstantin	GEOH-6	31	Lozano Ramírez Cruz	FE-25 CARTEL	23
Krivosheya Konstantin	GEOH-40 CARTEL	40	Lozano Rufino	GEOQP-29 CARTEL	75
Krivosheya Konstantin	GGA-14 CARTEL	60	Lozano Rufino	MIN-5	79
Kucieńska Beata	GEOQP-4	68	Lozano Rufino	MIN-8	80
Kurtz Smith Stanley	CCA-3	2	Lozano Rufino	VUL-6	117
Kurtz Smith Stanley	FE-18 CARTEL	22	Luhmann J.	SE26-6	216
Labarthe Henández Guillermo	SE25-15	214	Luhmann J.	SE26-7	217
Ladah Lydia	VUL-17 CARTEL	119	Luhmann J.	SE26-13 CARTEL	217
Ladah Lydia	SE01-14	124	Lujan Flores Violeta	SE18-4	168
Ladah Lydia	SE15-6	160	Lujan Flores Violeta	SE18-7	169

Luna Munguía Manuel	SIS-17	105	Mascarehnas Affonso	SE15-9	161
Lundin Rickard	FE-10	21	Mastache Román Edgar Agustín	SE13-4	156
Luyando López Elda	SE24-22	204	Mastache Román Edgar Agustín	SE13-5	156
MacFadden Bruce	PALEO-6 CARTEL	91	Masuch Oesterreich Dirk	GEOH-5	31
MacFadden Bruce	PALEO-9 CARTEL	91	Masuch Oesterreich Dirk	GEOH-6	31
Machain Castillo María Luisa	SE17-7	165	Masuch Oesterreich Dirk	GET-21 CARTEL	51
Macías Pérez Martha Patricia	CCA-1	2	Mayer Geraldo Sergio	SIS-36 CARTEL	110
Maciel Flores Roberto	GEOH-15	33	Mayer Geraldo Sergio	SIS-48 CARTEL	112
Maciel Flores Roberto	GEOH-16	34	Medina Ferrusquía Hugo César	EG-4	10
Maciel Flores Roberto	GGA-9 CARTEL	58	Medina Niño Rubén	SE24-18	203
Maciel Flores Roberto	SE22-19	186	Medina Pérez Luis Ivan	GEOQP-4	68
Maciel Tejeda Christian Alexander	GGA-9 CARTEL	58	Mediola Irma Fabiola	MIN-10	80
Madrigal Ortiz Miguel	GEOH-15	33	Mejía Ambriz Julio	FE-4	20
Madrigal Ortiz Miguel	GEOH-16	34	Mejía Ambriz Julio	FE-17 CARTEL	22
Magallanes Ordóñez Víctor René	MIN-11 CARTEL	80	Mejía Ambriz Julio	FE-18 CARTEL	22
Magaña Rueda Víctor	CCA-5	2	Mejía Ambriz Julio	SE25-4	212
Magaña Rueda Víctor	CCA-6	2	Mejía Chávez Jazmin M.	SE13-1	156
Magaña Rueda Víctor	CCA-10	3	Mejía Cisneros Nohemi	SE22-12	184
Magaña Rueda Víctor	SE22-24	187	Mejía Gutiérrez Ana Yunuen	GEOH-26	36
Magaña Rueda Víctor	SE22-31	189	Mejias Mac-Lean María José	SE21-4	178
Maldonado Daniel	EG-13	13	Melgar Moctezuma Diego	SIS-15	105
Mancilla Flor de Lis	SE08-1	144	Melgarejo Damián María del Pilar	PALEO-1	90
Manjarrez Guerrero Delia Guadalupe	GEOH-13	33	Méndez Delgado Sóstenes	EG-38 CARTEL	18
Manuel Teresa	FE-16 CARTEL	22	Méndez Delgado Sóstenes	SE22-42 CARTEL	192
Manzanilla Saavedra Bernal	SE10-7	149	Méndez Figueroa Ignacio	SIS-38 CARTEL	110
Mar Hernandez Eduardo	SE23-5	196	Méndez Pérez Juan Matías	CCA-5	2
Marcos Mariano León	FE-12 CARTEL	21	Méndez Pérez Juan Matías	CCA-10	3
Marcuello Pascual Alejandro	EG-32 CARTEL	16	Méndez Ramírez Miriam	GEOQP-30 CARTEL	76
Mares Castro Carlos Ismael	GET-28 CARTEL	53	Mendoza Antonio	SIS-13	104
Marín García José Manuel	SE18-6	169	Mendoza Blanca	CCA-22	6
Marín Lechado C.	EG-7	11	Mendoza Blanca	FE-9	21
Marín Lechado C.	SE08-1	144	Mendoza Blanca	SE24-13	202
Mariño Tapia Isamel	SE15-2	160	Mendoza Carlos	SIS-49 CARTEL	112
Marmolejo Rodríguez Ana Judith	MIN-11 CARTEL	80	Mendoza Castro Víctor Manuel	CCA-22	6
Márquez García Antonio Zoilo	SE21-7	179	Mendoza Cordova Abraham	GEOQP-33 CARTEL	76
Márquez García Antonio Zoilo	SE21-10 CARTEL	179	Mendoza Mojica Manuel	SE24-2	200
Martí Joan	VUL-13 CARTEL	118	Mendoza Ortega Blanca	CCA-26 CARTEL	7
Martín Barajas Arturo	EG-2	10	Mendoza Ortega Blanca	FE-20 CARTEL	22
Martín Barajas Arturo	SE23-5	196	Mendoza Ortega Blanca	FE-26 CARTEL	23
Martín Barajas Arturo	SE23-8	197	Mendoza Ortega Blanca	SE12-8	152
Martín Barajas Arturo	SE23-9	197	Mendoza Ponce Avith del Refugio	SE25-15	214
Martín Barajas Arturo	SE23-11	198	Mendoza Víctor	CCA-30 CARTEL	7
Martín Davila José	EG-1	10	Mendoza Víctor	FE-9	21
Martínez Alcalá José Antonio	OCE-16 CARTEL	87	Mendoza Víctor	SE24-13	202
Martínez Alcalá José Antonio	SE01-7	123	Mercado Martínez Sandra I.	SIS-37 CARTEL	110
Martínez Alcalá José Antonio	SE01-8	123	Mercado Martínez Sandra I.	SIS-40 CARTEL	111
Martínez Alfaro Daniela	SED-15 CARTEL	98	Mercado Martínez Sandra I.	SIS-43 CARTEL	111
Martínez Alfaro Daniela	SED-17 CARTEL	98	Merino Ibarra Martín	SE01-12	124
Martínez Arredondo Julio César	GGA-8	58	Mesa Cardenas Alexandra	SE18-4	168
Martínez Arredondo Julio César	SE02-12	130	Mesa Morales German	GEOD-7	27
Martínez Arredondo Julio César	SE22-32	189	Metzger Joseph	SE01-9	123
Martínez Arroyo Amparo	SE24-2	200	Meza Figueroa Diana María	GEOH-13	33
Martínez Boti Miquel Angel	SE03-5	135	Mijares Arellano Horacio	SIS-26	107
Martínez Bringas Alicia	VUL-10 CARTEL	118	Mijares Arellano Horacio	SIS-42 CARTEL	111
Martínez Flores Guillermo	SE01-10	123	Milán Saúl	EG-17	13
Martínez Flores Guillermo	SE21-1	178	Milán Saúl	EG-37 CARTEL	17
Martínez Flores Isaías	SE22-43 CARTEL	192	Millán Motolinía María del Carmen	GEOH-30 CARTEL	37
Martínez Gómez Jesús Daniel	SE02-3	128	Millán Motolinía María del Carmen	GET-23 CARTEL	51
Martínez Jardines Gerardo	GGA-4	57	Mimbela López Juan	SE07-5	140
Martínez Jardines Gerardo	GGA-5	57	Minjarez Sosa Ismael	PALEO-7 CARTEL	91
Martínez Jardines Gerardo	GGA-6	57	Miranda Avilés Raúl	SED-15 CARTEL	98
Martínez Jardines Gerardo	GGA-13 CARTEL	60	Miranda Avilés Raúl	SED-16 CARTEL	98
Martínez López Aida	SE01-5	122	Miranda Avilés Raúl	SED-17 CARTEL	98
Martínez López Aida	SE01-6	123	Miranda Avilés Raúl	SE15-14 CARTEL	162
Martínez López Aida	SE01-16	125	Miranda Maciel Mirna María	SE07-5	140
Martínez López Aida	SE01-17	125	Mireles García Fernando	GEOH-29 CARTEL	37
Martínez López Aida	SE24-5	200	Mitre Salazar Luis Miguel	GET-26 CARTEL	52
Martínez López Benjamín	SE24-15	202	Mitre Salazar Luis Miguel	GGA-12 CARTEL	59
Martínez López Benjamín	SE24-16	203	Mitre Salazar Luis Miguel	SE02-2	128
Martínez López Benjamín	SE24-17	203	Mitre Salazar Luis Miguel	SE22-36	190
Martínez López Benjamín	SE24-38 CARTEL	208	Mojica Ramírez Erika	SE01-12	124
Martínez López Benjamín	SE24-39 CARTEL	208	Mojica Ramírez Erika	SE17-4	164
Martínez Mirón Yleana Claudia	GP-8 CARTEL	43	Molina Cruz Adolfo	SE03-1	134
Martínez Portugal María de la Cruz	SE24-3	200	Molina Garza Roberto S.	GEOPAL-4	62
Martínez Portugal María de la Cruz	SE24-20	203	Molina Sevilla Paola	FE-25 CARTEL	23
Martínez Retama Silvia	EG-16	13	Monjardin Armenta Sergio Alberto	GEOD-11 CARTEL	28
Martínez Reyes Juventino	GET-26 CARTEL	52	Monreal Gómez María Adela	OCE-6	85
Martínez Reyes Juventino	GET-27 CARTEL	52	Monreal Gómez María Adela	SE01-12	124
Martínez Reyes Juventino	GEOQP-31 CARTEL	76	Monreal Gómez María Adela	SE15-1	160
Martínez Reyes Juventino	GEOQP-32 CARTEL	76	Monreal Gómez María Adela	SE15-5	160
Martínez Reyes Juventino	SE02-2	128	Monreal Gómez María Adela	SE15-10	161
Martínez Reyes Juventino	SE08-3	144	Monreal Gómez María Adela	SE15-16 CARTEL	162
Martínez Reyes Juventino	SE22-36	190	Monreal Gómez María Adela	SE17-4	164
Martínez Ruiz Gerardo	EG-14	13	Monreal Saavedra Rogelio	PALEO-7 CARTEL	91
Martínez Ruiz Gerardo	GEOH-2	30	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-3	102
Martínez Ruiz Gerardo	GEOH-38 CARTEL	39	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-20	106
Martínez Ruiz Gerardo	GET-22 CARTEL	51	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-37 CARTEL	110
Martínez Ruiz Gerardo	SE07-6 CARTEL	141	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-39 CARTEL	110
Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-12	71	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-40 CARTEL	111
Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-26 CARTEL	75	Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-43 CARTEL	111
Martínez Silva Catalina	OCE-12 CARTEL	86	Montaño Dorame Francisco	SE10-1	148
Martínez Trinidad Sergio	GEOQP-32 CARTEL	76	Monteiro Santos F.	EG-7	11
Martínez de Velasco Alejandro	GEOPAL-17 CARTEL	65	Montero Cabrera María Elena	MIN-4	79
Martini Michelangelo	SE23-10	198	Montero Martínez Guillermo	CCA-3	2
Mascarehnas Affonso	OCE-10	86	Montero Martínez Guillermo	CCA-11	3
Mascarehnas Affonso	SE01-7	123	Montero Martínez Martín José	SE24-6	201
Mascarehnas Affonso	SE01-8	123	Monterroso Rivas Alejandro Ismael	SE24-21	204

Monterroso Rivas Alejandro Ismael	SE24-23	204	Novelo Casanova David A.	SE22-40 CARTEL	191
Monterroso Rivas Alejandro Ismael	SE24-30	206	Novelo Casanova David A.	SE22-41 CARTEL	192
Monterroso Rivas Alejandro Ismael	SE24-34 CARTEL	207	Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-23	107
Montijo González Alejandra	GGA-1	56	Núñez Cornú Francisco Javier	VUL-1	116
Montijo González Alejandra	PALEO-7 CARTEL	91	Núñez Cornú Francisco Javier	SE22-44 CARTEL	193
Montoya Dorador Fausto Arturo	GEOD-13 CARTEL	28	Núñez Escribano Diana	EG-1	10
Monzon César Octavio	SE15-6	160	Núñez Escribano Diana	SE13-3	156
Monzon César Octavio	SE24-4	200	Obeso Cortez Griselda Janeth	GEOH-1	30
Monzon César Octavio	SE24-33 CARTEL	207	Obeso Huerta Hipolyto	OCE-5	85
Mora Chaparro Juan Carlos	GEOQP-25 CARTEL	74	Obeso Huerta Hipolyto	OCE-17 CARTEL	87
Mora Chaparro Juan Carlos	SE22-4	182	Obeso Huerta Hipolyto	SE15-11	161
Mora Chaparro Juan Carlos	SE22-38	191	Obeso Huerta Maclovio	OCE-5	85
Mora González Ignacio	SIS-30	108	Obeso Huerta Maclovio	OCE-17 CARTEL	87
Moraila Martínez Teresita de Jesús	GEOH-24	36	Obeso Nieblas Maclovio	CCA-7	3
Moraila Valenzuela Carlos Ramón	GEOD-6	27	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-5	85
Moraila Valenzuela Carlos Ramón	GEOD-7	27	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-8	85
Morales Acosta Gerardo	GEOQP-21 CARTEL	73	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-17 CARTEL	87
Morales Arredondo José Iván	GGA-2	56	Obeso Nieblas Maclovio	SE15-11	161
Morales Carrera Sara Nohemí	EG-10	12	Ocampo Torres Francisco	OCE-3	84
Morales Carrera Sara Nohemí	GEOH-2	30	Ocampo Torres Francisco	OCE-14 CARTEL	86
Morales Díaz Adolfo	SE25-3	212	Ocampo Torres Francisco	OCE-15 CARTEL	86
Morales Gámez Miguel	GEOH-26	36	Ocampo Torres Francisco	OCE-19 CARTEL	87
Morales Hernández José Ignacio	SE07-4	140	Ocampo Torres Francisco	SE15-8	161
Morales José	SE08-1	144	Ocaranza Maldonado Jaime	SE22-14	185
Morales Juan	GEOPAL-9	63	Ocaranza Maldonado Jaime	SE22-15	185
Morales Juan	GEOPAL-12 CARTEL	64	Ochoa Estrada Salvador	GEOH-8	32
Morales Juan	GEOPAL-13 CARTEL	64	Ochoa Estrada Salvador	SE24-36 CARTEL	207
Morales Juárez Silvia Patricia	EG-10	12	Ochoa González Gil Humberto	GEOH-12	33
Morales Juárez Silvia Patricia	GET-23 CARTEL	51	Ochoa González Gil Humberto	GET-15	50
Morales Montaña Mariano	EG-16	13	Ochoa Granillo José Alfredo	PALEO-7 CARTEL	91
Morales Olivares Oscar G.	FE-7	20	Ochoa Landín Lucas	GET-7	47
Morales Pérez Rubén	SE21-1	178	Ochoa Landín Lucas	GEOQP-9	70
Morales Puente Pedro	PALEO-4	90	Ochoa Landín Lucas	GEOQP-17	72
Morales Wendy	GEOPAL-5	63	Ochoa Márquez Glenis Masiel	SE24-19	203
Morales Wendy	GEOPAL-11 CARTEL	64	Oda B.	CCA-30 CARTEL	7
Morales Wendy	GEOPAL-14 CARTEL	64	Ojeda Bueno German	EG-19	14
Morales de la Garza Eduardo	MIN-6	79	Ojeda García Ángel C.	SED-12	97
Morán Ramírez Janete	GEOH-32 CARTEL	38	Olguín Villa Angel Enrique	GEOPAL-6	63
Morán Rodríguez Sonia	SE22-27	188	Oliveros Morales Arturo	GEOPAL-12 CARTEL	64
Morás Conde Angel	GET-18	50	Olivos Ortiz Aramis	SE05-1	138
Moreno Adriana	GGA-12 CARTEL	59	Olivos Ortiz Aramis	SE05-2	138
Moreno Adriana	SED-12	97	Olivos Ortiz Aramis	SE15-13	162
Moreno Adriana	VUL-12 CARTEL	118	Olivos Ortiz Aramis	SE17-3	164
Moreno Ramos Olga Lidia	SE05-2	138	Olvera Acosta Ricardo Benjamín	SIS-18	106
Moreno Rivera Víctor	OCE-11 CARTEL	86	Omidí Nojan	FE-23 CARTEL	23
Mortera Gutiérrez Carlos	SE13-1	156	Ontiveros Verónica	SE26-1	216
Mortera Gutiérrez Carlos	SE13-2	156	Ontiveros Verónica	SE26-8	217
Mortera Gutiérrez Carlos	SE13-6	157	Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín	SE24-25	205
Morton Bermea Ofelia	GEOQP-29 CARTEL	75	Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín	SE24-29	206
Mortyn Graham	SE03-5	135	Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín	SE24-41 CARTEL	208
Munguía Orozco Luis	SIS-16	105	Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín	SE24-42 CARTEL	209
Muñiz Jauregui Jesús Arturo	SE22-4	182	Ordóñez Díaz José Antonio Benjamín	SE24-43 CARTEL	209
Muñoz González César	GEOH-31 CARTEL	37	Orellana Lanza Roger	SE24-11	202
Muñoz González César	GET-23 CARTEL	51	Orozco Esquivel María Teresa	GEOQP-11	70
Muñoz Máximo Ignacio	EG-12	12	Orozco Esquivel María Teresa	SE23-10	198
Muñoz Máximo Ignacio	EG-14	13	Orozco León Luis Raúl	SIS-38 CARTEL	110
Muñoz Máximo Ignacio	GEOH-4	30	Ortega Chávez Victor Manuel	GEOH-27	36
Muñoz Máximo Ignacio	GEOH-7	31	Ortega Flores Berlaíne	GET-1	46
Muñoz Máximo Ignacio	GET-31 CARTEL	53	Ortega Flores Berlaíne	GET-3	46
Muñoz Máximo Ignacio	MIN-7	79	Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-19 CARTEL	65
Muñoz Máximo Ignacio	SE22-3	182	Ortega Gutiérrez Fernando	FE-8	21
Muñoz Torres María Carolina	SE07-3	140	Ortega Gutiérrez Fernando	SED-14 CARTEL	97
Murillo Jiménez Janette	SE21-1	178	Ortega Obregón Carlos	GEOQP-13	71
Murillo Muñetón Gustavo	GP-1	42	Ortega Ramírez José A.	SE13-1	156
Murillo Muñetón Gustavo	GP-2	42	Ortega Ramírez José A.	SE13-6	157
Murillo Muñetón Gustavo	GP-5	43	Ortega Ruiz Mauricio	SE19-1	172
Murphy Brendan	GEOQP-13	71	Ortega Ruiz Roberto	SIS-9	103
Musalem Clemente Octavio	SE25-8	213	Ortega Ruiz Roberto	SIS-36 CARTEL	110
Nájeta Martínez Sila	SE17-1	164	Ortega Ruiz Roberto	SIS-48 CARTEL	112
Narcía López Carlos	SIS-2	102	Ortiz Figueroa Modesto	SE21-2	178
Narcía López Carlos	SIS-46 CARTEL	112	Ortiz Figueroa Modesto	SE21-3	178
Narcía López Carlos	SE22-20	186	Ortiz Figueroa Modesto	SE22-44 CARTEL	193
Nava Fernández Xinantecatl Antonio	SE17-7	165	Ortiz Ignacio	GGA-12 CARTEL	59
Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-22	107	Ortiz Ignacio	SED-12	97
Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-29	108	Ortiz Lorenzo	SE24-45 CARTEL	209
Nava Sánchez Enrique	SE01-10	123	Ortiz Ramis Ramón	SE22-34	190
Nava Sánchez Enrique	SE15-14 CARTEL	162	Ortiz Rodríguez Azalea Judith	SE22-9	184
Nava Sánchez Enrique	SE21-1	178	Ortiz Villaseñor Ignacio	GEOH-12	33
Nava Velazquez Jaime	GEOH-8	32	Ortiz Villaseñor Ignacio	GEOH-20	35
Navarro De León Ignacio	GEOQP-1	68	Ortiz Villaseñor Ignacio	GET-15	50
Navarro De León Ignacio	GEOQP-22 CARTEL	73	Ortiz Zamora Glicinia	SE13-1	156
Navarro De León Ignacio	SIS-39 CARTEL	110	Ortiz Zamora Glicinia	SE13-6	157
Navarro González Rafael	FE-25 CARTEL	23	Osorio Rosales Jaime Arturo	CCA-26 CARTEL	7
Navarro Gutiérrez Nelson Renato	GEOQP-22 CARTEL	73	Osorio Rosales Jaime Arturo	SE12-8	152
Navarro Lozano José Octavio	OCE-2	84	Ostroumov Mikhail	MIN-8	80
Navarro Olache Luis Felipe	OCE-16 CARTEL	87	Osuna Cañedo Pedro	OCE-15 CARTEL	86
Nebel Oliver	GEOQP-5	69	Osuna Cañedo Pedro	OCE-19 CARTEL	87
Nieto Samaniego Angel	GET-14	49	Ovando Shelley Efraín	SE22-16	185
Nieto Samaniego Angel	GET-25 CARTEL	52	Oviedo García Angélica	MIN-4	79
Nieto Samaniego Angel	SED-12	97	Pacheco Hoyos Jaime Gabriel	VUL-8	117
Nieto Samaniego Angel	SIS-5	103	Pacheco Martínez Jesús	SE08-3	144
Nieto Samaniego Angel	SIS-37 CARTEL	110	Pacheco Romero Martín	EG-2	10
Nieto Samaniego Angel	SE07-3	140	Padilla Hernández Roberto	OCE-4	84
Norini Gianluca	VUL-7	117	Palacios Hernández Emilio	CCA-28 CARTEL	7
Novelo Casanova David A.	SE22-23	187	Pamplona Pérez Uriel	SE08-2	144
Novelo Casanova David A.	SE22-27	188	Paniagua Chávez Carmen	OCE-11 CARTEL	86
Novelo Casanova David A.	SE22-30	189	Pardo Mario A.	SE01-6	123

Paredes Camarillo Paulina	VUL-9 CARTEL	117	Porras Múzquiz Hector	GEOQP-15	72
Paredes Camarillo Paulina	VUL-11 CARTEL	118	Portillo Pineda Rodrigo	GET-15	50
Parra Guevara David	SE02-7	129	Portillo Pineda Rodrigo	GGA-12 CARTEL	59
Patiño Barragán Manuel	SE22-33	190	Portillo Pineda Rodrigo	SED-12	97
Patiño Martínez Paulina	GGA-12 CARTEL	59	Portillo Pineda Rodrigo	SE23-4	196
Patiño Martínez Paulina	SED-12	97	Pous Jaume	EG-7	11
Pavón González Nury	SE24-6	201	Pretelín Canela Jacinto Enrique	CCA-16	4
Pavón Moreno Julio Alberto	EG-36 CARTEL	17	Prol Ledesma Rosa María	GEOQP-3	68
Pavón Moreno Julio Alberto	GEOPAL-20 CARTEL	66	Prol Ledesma Rosa María	MIN-2	78
Payero De Jesús Juan Silvestre	EG-1	10	Prol Ledesma Rosa María	MIN-3	78
Payero De Jesús Juan Silvestre	SIS-44 CARTEL	111	Prol Ledesma Rosa María	MIN-5	79
Payero De Jesús Juan Silvestre	SIS-45 CARTEL	112	Prol Ledesma Rosa María	MIN-10	80
Paz Martínez Gaudencio	SE25-6	212	Prol Ledesma Rosa María	SE23-12 CARTEL	198
Paz Moreno Francisco	SE23-9	197	Puente Martínez Yair	SE24-29	206
Pazos Antonio	EG-1	10	Pujols Guridy Rafael	SIS-44 CARTEL	111
Pazos Espejel Marni	FE-26 CARTEL	23	Puy Alquiza María Jesús	SED-15 CARTEL	98
Pech Pérez Andrés	SIS-47 CARTEL	112	Puy Alquiza María Jesús	SED-16 CARTEL	98
Pech Pérez Andrés	SE10-3	148	Puy Alquiza María Jesús	SED-17 CARTEL	98
Pedrerá Parías Antonio	EG-6	11	Quezada Reyes Aida	SIS-27	108
Pedrerá Parías Antonio	EG-7	11	Quijano Scheggia Sonia	SE05-1	138
Pedrerá Parías Antonio	SE08-1	144	Quijano Scheggia Sonia	SE15-13	162
Pelegrí Llopart José Luis	OCE-8	85	Quijano Scheggia Sonia	SE22-33	190
Pelegrí Llopart José Luis	SE15-13	162	Quintanar Robles Luis	SIS-6	103
Peltzer Edward	SE03-3	134	Quintanar Robles Luis	SIS-9	103
Peña Alonso Tomás A.	GET-6	47	Quintanar Robles Luis	SIS-28	108
Peña Alonso Tomás A.	GEOQP-6	69	Quintero de Leonardo Enrique	SED-13	97
Peña García Laura Elizabeth	GEOH-15	33	Qureshi Naser	SE25-6	212
Peña García Laura Elizabeth	GEOH-16	34	Ramírez Aguayo Víctor Hugo	GEOH-27	36
Peña del Valle Isla Ana Elisa	SE24-26	205	Ramírez Aguayo Víctor Hugo	GGA-8	58
Perales Martínez Brenda	GEOH-6	31	Ramírez Aguayo Víctor Hugo	SE02-12	130
Perales Martínez Brenda	GGA-14 CARTEL	60	Ramírez Álvarez Emmanuel	EG-9	12
Pereyra Díaz Domitilo	SE22-21	187	Ramírez Álvarez Roberto	EG-9	12
Pérez Arvizú Ofelia	GEOQP-2	68	Ramírez Bon Rafael	GEOQP-33 CARTEL	76
Pérez Benítez Sandra	SE24-41 CARTEL	208	Ramírez Cruz Verónica	SE17-4	164
Pérez Calderón Daniel	SE13-1	156	Ramírez Garrido Jorge	EG-9	12
Pérez Calderón Daniel	SE13-6	157	Ramírez Gaytan Alejandro	SIS-42 CARTEL	111
Pérez Campos Xyoli	SIS-15	105	Ramírez Herrera María Teresa	SE21-4	178
Pérez Campos Xyoli	SIS-20	106	Ramírez Mendoza Rafael	SE21-5	178
Pérez Campos Xyoli	SIS-21	106	Ramírez Navarro Francisco	GGA-8	58
Pérez Campos Xyoli	SIS-27	108	Ramírez Navarro Francisco	SE02-12	130
Pérez Campos Xyoli	SIS-31	109	Ramírez Navarro Francisco	SE22-32	189
Pérez Campos Xyoli	SIS-41 CARTEL	111	Ramírez Ruiz Juan José	GEOD-4	26
Pérez Campos Xyoli	SIS-45 CARTEL	112	Ramírez Sánchez Roberto	SE24-20	203
Pérez Chavarría Miguel Angel	OCE-16 CARTEL	87	Ramírez Silva Germán Raúl	SE18-1	168
Pérez Crespo Víctor Adrián	PALEO-4	90	Ramírez Vázquez Carlos Ariel	SIS-10	104
Pérez Cruz Ligia	EG-36 CARTEL	17	Ramírez Vélez Julio César	SE26-6	216
Pérez Cruz Ligia	GEOPAL-20 CARTEL	66	Ramírez Vélez Julio César	SE26-7	217
Pérez Cruz Ligia	SE03-4	134	Ramírez Vélez Julio César	SE26-13 CARTEL	217
Pérez Enríquez Román	FE-11 CARTEL	21	Ramón Márquez Víctor Manuel	EG-11	12
Pérez Enríquez Román	FE-13 CARTEL	21	Ramón Márquez Víctor Manuel	EG-12	12
Pérez Enríquez Román	FE-14 CARTEL	21	Ramón Márquez Víctor Manuel	GEOH-9	32
Pérez Enríquez Román	FE-18 CARTEL	22	Ramón Márquez Víctor Manuel	GEOH-31 CARTEL	37
Pérez Enríquez Román	GEOQP-4	68	Ramos Arias Mario Alfredo	GET-12	49
Pérez Enríquez Román	SE22-18	186	Ramos Arroyo Yann René	GEOH-26	36
Pérez Enríquez Román	SE25-7	212	Ramos Arroyo Yann René	GEOH-27	36
Pérez Enríquez Román	SE25-10	213	Ramos Arroyo Yann René	GGA-8	58
Pérez Enríquez Román	SE25-11	213	Ramos Arroyo Yann René	SE02-12	130
Pérez Flores Marco Antonio	EG-33 CARTEL	17	Ramos Arroyo Yann René	SE22-32	189
Pérez García Ismael	CCA-24	6	Ramos Jiménez Esteban	SE22-11	184
Pérez González Elizabeth	SE13-1	156	Ramos Jiménez Esteban	SE22-34	190
Pérez González Elizabeth	SE13-6	157	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-32 CARTEL	38
Pérez José	SE24-45 CARTEL	209	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-36 CARTEL	38
Pérez Lezama Edgar Leonardo	SE15-11	161	Ramos Velázquez Ernesto	GET-7	47
Pérez López Raúl	GET-16	50	Ramos Zuñiga Luis G.	EG-4	10
Pérez López Raúl	GET-19	50	Ramos Zuñiga Luis G.	SIS-39 CARTEL	110
Pérez López Raúl	GET-20	51	Rangel Velarde Violeta	SE21-4	178
Pérez María	SE24-34 CARTEL	207	Rangin Claude	GET-27 CARTEL	52
Pérez Martínez Isabel	GGA-3	56	Rascon Mendoza Ezquiel	GEOH-1	30
Pérez Quintero Guillermo	GGA-5	57	Raulin Jean Pierre	FE-27 CARTEL	24
Pérez Renee	GEOQP-28 CARTEL	75	Rebolledo Vieyra Mario	GEOH-33 CARTEL	38
Pérez Rodríguez Gerardo	SE22-19	186	Remy Dominique	SE22-6	183
Pérez Sesma José Antonio Agustín	SE22-21	187	Rendón Márquez Gabriel	SED-21 CARTEL	99
Pérez Vertti Arturo	SIS-13	104	Reyes Bonilla Héctor	OCE-11 CARTEL	86
Pérez de Tejada Héctor	FE-10	21	Reyes Cortés Ignacio Alfonso	MIN-4	79
Pérez de Tejada Héctor	FE-24 CARTEL	23	Reyes Cortés Manuel	MIN-4	79
Perrin Mireille	GEOPAL-10 CARTEL	64	Reyes Davila Gabriel	SIS-10	104
Petrinovic Iván Alejandro	VUL-13 CARTEL	118	Reyes Davila Gabriel	VUL-2	116
Petrinovic Iván Alejandro	VUL-14 CARTEL	119	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	CCA-7	3
Pi Teresa	MIN-10	80	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	OCE-8	85
Pichardo Barrón Yolanda	PALEO-2	90	Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	SE07-5	140
Pichardo Barrón Yolanda	PALEO-8 CARTEL	91	Reyes López Francisco	EG-8	11
Piña Reyes Carolina	SE24-41 CARTEL	208	Reyes Luis Manuel	SIS-48 CARTEL	112
Pinales Munguía Adán	GEOH-29 CARTEL	37	Reyes Quezada Aida	SIS-41 CARTEL	111
Pineda López Raúl Francisco	SE22-22	187	Reyes Salas Margarita	MIN-9	80
Pineda López Raúl Francisco	SE22-39 CARTEL	191	Reynoso Carvajal Melesio	MIN-7	79
Pineda Martínez Luis Felipe	CCA-2	2	Reynoso Carvajal Melesio	SE07-6 CARTEL	141
Piñero Fernández Fernando	MIN-2	78	Riley Pete	SE26-1	216
Piñero Lajas Doris	SE23-10	198	Rios Angulo Miguel Ángel	EG-16	13
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-9	27	Ríos Donato Nely	CCA-1	2
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-12 CARTEL	28	Ríos López Jaime Javier	SE18-3	168
Plata Rosas Luis	SE15-6	160	Riquelme Alcántar Francisco	GEOQP-15	72
Pliego Silva José	SE13-1	156	Rivas Ortiz Jorge	GEOPAL-7	63
Polaco Oscar J.	PALEO-4	90	Rivas Ortiz Jorge	GEOPAL-16 CARTEL	65
Ponce Gabriela	SE24-45 CARTEL	209	Rivera Recillas David	SE18-8	169
Ponce Núñez Francisco	SE13-1	156	Rivera Salinas Alma Fabiola	SE22-25	188
Ponce Núñez Francisco	SE13-2	156	Rivera Sivirrián Daniel	GET-7	47
Ponce Núñez Francisco	SE13-6	157	Riverón Enzástiga Mayra Lorena	SE15-1	160

Robledo Flores Deniza Edrey	GEOQP-33 CARTEL	76	Rushdi Ahmed I.	GP-6 CARTEL	43
Rocha López Víctor Santiago	SE18-1	168	Russell Christopher	FE-22 CARTEL	23
Rochin Bañaga Heriberto	SE23-4	196	Russell Christopher	FE-23 CARTEL	23
Rodríguez Abreu Luis Edgar	SIS-27	108	Russell Christopher	SE26-6	216
Rodríguez Castañeda José Luis	GET-30 CARTEL	53	Russell Christopher	SE26-7	217
Rodríguez Castañeda José Luis	SED-9	96	Russell Christopher	SE26-13 CARTEL	217
Rodríguez Castillo Ramiro	SE02-4	128	Rutz López Marta	VUL-1	116
Rodríguez Castillo Ramiro	SE02-11	130	Ruvalcaba Sil José Luis	GEOQP-15	72
Rodríguez Díaz Beatriz	SE07-1	140	Saavedra Díaz Zenia	SE24-29	206
Rodríguez Esteves Juan Manuel	SE22-29	189	Saavedra Rosado Isabel	SE24-2	200
Rodríguez Flores Héctor	SIS-34	109	Sagahón López Edgar Jesús	SE13-4	156
Rodríguez González Miguel	SIS-19	106	Sagahón López Edgar Jesús	SE13-5	156
Rodríguez González Miguel	SIS-25	107	Salado Paz Natalia	VUL-13 CARTEL	118
Rodríguez Hernández Sergio Edgardo	GET-2	46	Salas Contreras Pedro	EG-18	14
Rodríguez Hernández Sergio Edgardo	GET-29 CARTEL	53	Salas Montreal David	SE15-1	160
Rodríguez Hernández Sergio Edgardo	GEOQP-23 CARTEL	74	Salas Pérez José de Jesús	SE15-1	160
Rodríguez Iván	SIS-27	108	Salas Rodríguez Oscar Mario	GEOH-33 CARTEL	38
Rodríguez Juárez Laura	OCE-18 CARTEL	87	Salas de León David Alberto	OCE-6	85
Rodríguez Lozano Salvador	SE12-11 CARTEL	153	Salas de León David Alberto	SE01-12	124
Rodríguez Martínez Mario	FE-22 CARTEL	23	Salas de León David Alberto	SE15-1	160
Rodríguez Montes Dante	EG-39 CARTEL	18	Salas de León David Alberto	SE15-5	160
Rodríguez Morales Arnulfo	SIS-40 CARTEL	111	Salas de León David Alberto	SE15-10	161
Rodríguez Morales Arnulfo	SIS-43 CARTEL	111	Salas de León David Alberto	SE15-16 CARTEL	162
Rodríguez Ortega Guadalupe	SE02-5	129	Salas de León David Alberto	SE17-4	164
Rodríguez Osorio Daniel	SE25-13	213	Salat Jordi	SE15-13	162
Rodríguez Otero Mónica	MIN-8	80	Salazar Bustamante Martín	SE18-5	168
Rodríguez Pascua Miguel Angel	GET-16	50	Salazar Peña Leobardo	CCA-12	4
Rodríguez Pascua Miguel Angel	GET-19	50	Salinas González Felipe	SE01-10	123
Rodríguez Pascua Miguel Angel	GET-20	51	Salinas Prieto José Antonio	OCE-4	84
Rodríguez Pascua Miguel Angel	SED-11	96	Salles Afonso de Almeida Paulo	SE15-2	160
Rodríguez Salazar Ma. Teresa de J.	GEOQP-29 CARTEL	75	Sámamo Tirado Alma Patricia	GGA-1	56
Rodríguez Sergio	GEOPAL-5	63	Sanaphre Villanueva Lucia	SE22-39 CARTEL	191
Rodríguez Sergio	GEOPAL-11 CARTEL	64	Sánchez Aguilar John	SIS-23	107
Rodríguez Sergio	GEOPAL-14 CARTEL	64	Sánchez Aguilar John	VUL-1	116
Rodríguez Uribe Carolina	SIS-23	107	Sánchez Aguilar John	SE22-44 CARTEL	193
Rodríguez Van Gort Mary Frances	SE22-28	188	Sánchez Colón Salvador	SE24-24	204
Rohmer Michel	PALEO-3	90	Sánchez Federico	SE25-12	213
Rojas Ledezma Armando	SED-12	97	Sánchez García Ana Cristina	SIS-1	102
Rojas Ledezma Armando	SIS-1	102	Sánchez García Ana Cristina	SIS-35 CARTEL	109
Rojas Ledezma Armando	SIS-5	103	Sánchez González Alberto	MIN-11 CARTEL	80
Roldán Quintana Jaime	GET-30 CARTEL	53	Sánchez González Alberto	OCE-18 CARTEL	87
Roldán Serrato Karen Lucero	SE12-11 CARTEL	153	Sánchez Martínez Alejandra Ixchel	SE13-4	156
Román Zamorano Juan Francisco	GEOQP-33 CARTEL	76	Sánchez Martínez Alejandra Ixchel	SE13-5	156
Romero Centeno Rosario	SE24-14	202	Sánchez Orea Jesús	SE22-21	187
Romero Francisco Martín	GGA-2	56	Sánchez Oscar	SE24-15	202
Romero Francisco Martín	GGA-3	56	Sánchez Oscar	SE24-17	203
Romero Francisco Martín	GGA-5	57	Sánchez Pérez Luis Alberto	SIS-17	105
Romero Francisco Martín	GGA-6	57	Sánchez Ríos Alejandra	SE13-4	156
Romero Francisco Martín	GGA-7	58	Sánchez Vargas Lilia	MIN-3	78
Romero Francisco Martín	GGA-13 CARTEL	60	Sánchez Vargas Lilia	MIN-11 CARTEL	80
Romero Francisco Martín	MIN-3	78	Sánchez Vargas Lilia	OCE-18 CARTEL	87
Romero González Jaime	SE24-19	203	Sánchez Velasco Laura	SE01-2	122
Romero Guadarrama Juan Armando	MIN-3	78	Sánchez Velasco Laura	SE01-15	124
Romero Guadarrama Juan Armando	MIN-11 CARTEL	80	Sánchez Zamora Osvaldo	SE02-8	129
Romero Guadarrama Juan Armando	OCE-18 CARTEL	87	Sandoval Juárez Carmen	GGA-8	58
Romero Hernández Esmeralda	SE26-10 CARTEL	217	Sanson Reyes Leodegario	CCA-12	4
Romero Ibarra Nancy	SE01-6	123	Santacruz German	GEOH-32 CARTEL	38
Romo Curiel Alfonsina	OCE-11 CARTEL	86	Santana López Pedro	GEOH-17	34
Romo Jones José Manuel	EG-28 CARTEL	15	Santaolaya Salgado Rene	FE-2	20
Romo Jones José Manuel	SE08-2	144	Santiago Arce Tania	SE15-15 CARTEL	162
Romo Jones José Manuel	SE08-4	144	Santiago Cruz Félix	SE12-5	152
Romo Jones José Manuel	SE08-5	144	Santiago Cruz Lauro	SIS-26	107
Ronquillo Jarillo Gerardo	SE18-8	169	Santiago Hernández Josué	CCA-16	4
Rosales Dorantes Guillermo Tomás	SE24-37 CARTEL	208	Santiago Jiménez Hydyn	GEOD-4	26
Rosales Guillermo	SE24-30	206	Santiago José Antonio	SIS-45 CARTEL	112
Rosales Iztetzli Silvia	SE07-6 CARTEL	141	Santiago Mariscal Jaime	SE24-29	206
Rosales Navarro Ikebana Susana	SE15-10	161	Santiago Mariscal Jaime	SE24-41 CARTEL	208
Rosas Elguera José	EG-40 CARTEL	18	Santiago Mariscal Jaime	SE24-43 CARTEL	209
Rosas Elguera José	GEOH-15	33	Santillán Piña Noé	SED-3	94
Rosas Elguera José	GEOH-16	34	Santillán Piña Noé	SED-4	94
Rosas Elguera José	GEOH-25	36	Santos Moreno Antonio	PALEO-4	90
Rosas Elguera José	GGA-9 CARTEL	58	Sañudo Wilhelmy Sergio Adolfo	SE17-6	165
Rosas Elguera José	GEOPAL-10 CARTEL	64	Sarocchi Damiano	VUL-7	117
Rosas Elguera José	SE22-19	186	Sauceda Rivera Juan Sergio	GEOD-11 CARTEL	28
Rosas Gómez Heriberto	GGA-13 CARTEL	60	Saucedo Alba	GEOQP-18	72
Rosas Pérez Irma	SE24-31	206	Saucedo Quiñones Daniel	EG-18	14
Roy Priyadarsi	VUL-6	117	Saucedo Ricardo	VUL-7	117
Roy Miguel	GEOH-29 CARTEL	37	Saval Bohorquez Susana	GEOH-19	34
Roy Miguel	GEOH-29 CARTEL	37	Schmitt Axel	SE23-11	198
Roy Miguel	GEOPAL-5	63	Schwennicke Tobias	PALEO-7 CARTEL	91
Roy Miguel	GEOPAL-14 CARTEL	64	Schwennicke Tobias	SED-7	95
Ruano Patricia	EG-6	11	Schwennicke Tobias	SED-8	95
Ruano Patricia	SE08-1	144	Schwennicke Tobias	SED-19 CARTEL	99
Rueda Gaxiola Jaime	GET-24 CARTEL	52	Schwennicke Tobias	SED-20 CARTEL	99
Rueda Gaxiola Jaime	GEOQP-14	71	Segovia Zavala José Antonio	SE17-6	165
Rufino Contreras Iván	SE13-1	156	Segura Rojas José Luis	SE22-11	184
Rufino Contreras Iván	SE13-6	157	Sepúlveda Jiménez Vanessa Arely	SE24-29	206
Ruiz Barradas Alfredo	SE24-7	201	Sepúlveda Jiménez Vanessa Arely	SE24-43 CARTEL	209
Ruiz Constan Ana	EG-6	11	Shapiro Nikolai	SIS-45 CARTEL	112
Ruiz Constan Ana	EG-7	11	Shearer Peter	SIS-11	104
Ruiz Constan Ana	SE08-1	144	Shearer Peter	SIS-13	104
Ruiz Lozano Irelida	SIS-20	106	Shirasago Germán Bernardo	OCE-5	85
Ruiz Suárez Luis Gerardo	CCA-4	2	Shirasago Germán Bernardo	OCE-17 CARTEL	87
Ruiz Suárez Luis Gerardo	SE24-20	203	Shirasago Germán Bernardo	SE15-11	161
Ruiz Suárez Luis Gerardo	SE24-31	206	Siebe Claus	VUL-15 CARTEL	119
Ruiz Suárez Luis Gerardo	SE24-41 CARTEL	208	Siebe Claus	VUL-16 CARTEL	119
Ruiz Suárez Luis Gerardo	SE24-43 CARTEL	209	Sierra Pablo	FE-18 CARTEL	22

Sierra Pablo	SE25-4	212	Torres Orozco Ernesto	SE15-12	162
Sierro Sánchez Francisco Javier	SE03-1	134	Torres Orozco Ernesto	SE22-33	190
Signoret Poillon Martha	SE17-4	164	Torres Ramos Jesús	EG-4	10
Silva Corona J. Jesús	SE07-3	140	Torres Rodríguez Vicente	SE21-7	179
Silva García José Teodoro	GEOH-8	32	Torres Rodríguez Vicente	SE21-10 CARTEL	179
Silva García José Teodoro	SE24-36 CARTEL	207	Torres Villaseñor José de Jesús	GP-1	42
Silva Iñiguez Lidia	SE17-3	164	Tovar Sánchez Antonio	SE17-6	165
Silverberg Norman	SE01-3	122	Trejo Gómez Elizabeth	SIS-23	107
Silverberg Norman	SE01-4	122	Trejo Gómez Elizabeth	SE22-44 CARTEL	193
Silverberg Norman	SE01-6	123	Trejo Soto Manuel	GEOD-5	26
Silverberg Norman	SE01-16	125	Trejo Soto Manuel	GEOD-8	27
Simón Díaz Cecilia	SE24-25	205	Trejo Soto Manuel	GEOD-9	27
Simoneit Bernd R.T.	GP-6 CARTEL	43	Trejo Soto Manuel	GEOD-10 CARTEL	28
Singh Shri Krishna	SIS-27	108	Trejo Soto Manuel	GEOD-12 CARTEL	28
Singh Shri Krishna	SIS-31	109	Trejo Soto Manuel	GEOD-13 CARTEL	28
Skiba Yuri	CCA-19	5	Trejo Vázquez Irma	SE24-24	204
Skiba Yuri	CCA-20	5	Treviño Nelda	GET-1	46
Skiba Yuri	CCA-21	6	Tristan González Margarito	GEOPAL-4	62
Solano Hernández Ericka Alinne	SIS-41 CARTEL	111	Tristan González Margarito	GEOQP-10	70
Solari Lovati Luigi	GET-11	48	Tristan González Margarito	GEOQP-24 CARTEL	74
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-17 CARTEL	65	Tristan González Margarito	VUL-17 CARTEL	119
Soler Arechalde Ana María	SE02-9	130	Umhoefer Paul	SE23-6	197
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-3	68	Urbán Lamadrid Germán	SE22-39 CARTEL	191
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-12	71	Urbíeta Gómez Javier	EG-32 CARTEL	16
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-26 CARTEL	75	Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-36 CARTEL	17
Solís Váldes Sara	GEOQP-32 CARTEL	76	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOH-29 CARTEL	37
Soriano Garibo Isaac	EG-11	12	Urrutia Fucugauchi Jaime	GGA-3	56
Soriano Garibo Isaac	GP-8 CARTEL	43	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-3	62
Soriano Garibo Isaac	MIN-7	79	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-20 CARTEL	66
Sosa Ávalos Ramón	SE05-1	138	Urrutia Fucugauchi Jaime	SED-5	95
Sosa Ávalos Ramón	SE05-2	138	Valadez Cabrera Sac-Nicté	GEOQP-12	71
Sosa Ávalos Ramón	SE17-1	164	Valdes Barrón Mauro	CCA-27 CARTEL	7
Sosa Ávalos Ramón	SE17-3	164	Valdes Barrón Mauro	CCA-29 CARTEL	7
Sosa Flores Oscar	SE12-2	152	Valdés Galicia José Francisco	FE-1	20
Sosa Flores Oscar	SE12-3	152	Valdés Galicia José Francisco	FE-3	20
Stich Daniel	SE08-1	144	Valdés Galicia José Francisco	FE-15 CARTEL	22
Stock Joann	GEOPAL-6	63	Valdés Galicia José Francisco	SE25-12	213
Stock Joann	SIS-10	104	Valdés Gonzáles Carlos	GEOQP-4	68
Stock Joann	VUL-8	117	Valdés Gonzáles Carlos	SIS-13	104
Stock Joann	SE23-9	197	Valdés Gonzáles Carlos	SIS-27	108
Suárez Arriaga Mario César	GEOQP-28 CARTEL	75	Valdés Gonzáles Carlos	SE22-38	191
Suárez Lastra Manuel	SE24-31	206	Valdez Diarte Sania	SE17-2	164
Suárez Plascencia Carlos	SIS-23	107	Valdez Pérez Verónica	SE22-40 CARTEL	191
Suárez Plascencia Carlos	VUL-1	116	Valdivia Òrnelas Luis	SE22-4	182
Suárez Plascencia Carlos	SE22-2	182	Valencia Flores Fernando	SE21-5	178
Suárez Reynoso Gerardo	SIS-4	102	Valencia Moreno Martín	GET-7	47
Suárez Reynoso Gerardo	SIS-12	104	Valencia Moreno Martín	GEOQP-8	69
Suárez Vidal Francisco	SE22-13	185	Valencia Moreno Martín	GEOQP-17	72
Suter Max	SIS-11	104	Valencia Moreno Martín	GEOQP-21 CARTEL	73
Tamez Ponce Antonio	GEOH-5	31	Valencia Víctor A.	GET-2	46
Tapia Cruz Víctor	GEOQP-29 CARTEL	75	Valencia Víctor A.	GET-6	47
Tapia Fabian	SE01-14	124	Valencia Víctor A.	GET-12	49
Tapia Medina María Erika	SE24-43 CARTEL	209	Valencia Víctor A.	GET-29 CARTEL	53
Tapia Pozos David	SIS-26	107	Valencia Víctor A.	GEOQP-9	70
Taran Yuri	GEOQP-27 CARTEL	75	Valencia Víctor A.	GEOQP-19 CARTEL	73
Tarango Behary	GEOPAL-5	63	Valle Hernández Sandra	SE13-1	156
Tarango Behary	GEOPAL-11 CARTEL	64	Valle Hernández Sandra	SE13-6	157
Tarango Behary	GEOPAL-14 CARTEL	64	Valle Lévinson Arnoldo	SE15-5	160
Tarango Carmen	GEOPAL-11 CARTEL	64	Vargas Aguilera Carlos Adrián	CCA-28 CARTEL	7
Tejeda Martínez Adalberto	SE24-7	201	Vargas Bracamontes Dulce	VUL-1	116
Tejeda Martínez Adalberto	SE24-12	202	Vargas Cárdenas Bernardo	FE-1	20
Tejeda Martínez Adalberto	SE24-22	204	Vargas Cárdenas Bernardo	FE-15 CARTEL	22
Tejero Andrade Andrés	EG-20	14	Vargas Hernández Erika Gissel	SED-18 CARTEL	98
Tejero Andrade Andrés	EG-24	15	Vargas Parra Julian Andres	EG-19	14
Tellez Alatorre Armando	GEOD-4	26	Vázquez Aguirre Jorge Luis	SE24-12	202
Tellez Duarte Miguel Agustín	OCE-13 CARTEL	86	Vázquez Becerra Esteban	GEOD-3	26
Tello Medrano Natalia Carolina	SIS-39 CARTEL	110	Vázquez Becerra Esteban	GEOD-5	26
Tereshchenko Iryna	SE15-6	160	Vázquez Becerra Esteban	GEOD-7	27
Tereshchenko Iryna	SE24-4	200	Vázquez Becerra Juan A.	GEOD-2	26
Tereshchenko Iryna	SE24-33 CARTEL	207	Vázquez Castro Gabriel	GEOPAL-19 CARTEL	65
Tereshchenko Iryna	SE24-40 CARTEL	208	Vázquez Contreras Adolfo	EG-21	14
Thomas Zuniga William	GEOH-28 CARTEL	37	Vázquez Contreras Adolfo	EG-25 CARTEL	15
Tinoco Michel Jorge	GEOQP-28 CARTEL	75	Vázquez Duarte Alma Cristina	GEOPAL-1	62
Tinoco Rueda Juan Ángel	SE24-21	204	Vázquez García Carlos Fernando	CCA-16	4
Tinoco Rueda Juan Ángel	SE24-23	204	Vázquez Hernández Samuel	FE-18 CARTEL	22
Titkova Tatiana	SE24-4	200	Vázquez Hernández Samuel	SE25-4	212
Titkova Tatiana	SE24-33 CARTEL	207	Vázquez Rosas Ricardo	SIS-42 CARTEL	111
Titkova Tatiana	SE24-40 CARTEL	208	Vázquez Rosas Ricardo	SE22-17	186
Tobón Bazán Auneer	EG-17	13	Vázquez Sánchez Raúl	GP-8 CARTEL	43
Tobón Bazán Auneer	EG-37 CARTEL	17	Vázquez Selem Lorenzo	SE22-4	182
Toledo Medrano María Lorena	SE24-21	204	Vázquez Serrano Alberto	EG-12	12
Toledo Medrano María Lorena	SE24-23	204	Vázquez Serrano Alberto	EG-14	13
Toledo Pineda Luis Raúl	SE18-6	169	Vázquez Serrano Alberto	GEOH-4	30
Tolson Jones Gustavo	GET-1	46	Vázquez Serrano Alberto	GEOH-9	32
Tolson Jones Gustavo	GET-3	46	Vázquez Serrano Alberto	GEOH-30 CARTEL	37
Tolson Jones Gustavo	GET-4	47	Vázquez Serrano Alberto	GET-1	46
Tolson Jones Gustavo	GET-10	48	Vázquez Serrano Alberto	GET-4	47
Torres Alavez José Abraham	SE24-12	202	Vázquez Serrano Alberto	GET-23 CARTEL	51
Torres Carrillo Xochitl Gpe.	GEOQP-6	69	Vázquez Serrano Alberto	SE22-3	182
Torres Carrillo Xochitl Gpe.	GEOQP-7	69	Vázquez Vargás Samuel	CCA-12	4
Torres Fórtiz José A.	SE25-3	212	Vázquez Vargás Samuel	CCA-25	6
Torres Gaytan David	GEOH-32 CARTEL	38	Vázquez Villanueva Christian Agustín	SE24-29	206
Torres Hernández José Ramón	GEOQP-24 CARTEL	74	Vázquez de la Torre Rodrigo	SE24-24	204
Torres Morales Gilbert Francisco	SIS-30	108	Vega Corza Raúl Ariel	SED-15 CARTEL	98
Torres Mota Rogelio	SE15-2	160	Vega Corza Raúl Ariel	SED-16 CARTEL	98
Torres Orozco Ernesto	CCA-7	3	Vega Granillo Eva Lourdes	GEOH-13	33
Torres Orozco Ernesto	SE07-5	140	Vega Guzmán Felipe de Jesús	SIS-17	105

Velasco García Juan Agustín	OCE-2	84	Zavala Monsivais Aurora	GET-2	46
Velasco Herrera Graciela	SE12-10 CARTEL	153	Zavala Monsivais Aurora	GET-29 CARTEL	53
Velasco Herrera Graciela	SE12-11 CARTEL	153	Zavala Monsivais Aurora	GEOQP-23 CARTEL	74
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-1	152	Zavala Paredes José Giovanni	EG-27 CARTEL	15
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-2	152	Zavaleta Ramos Ana Belém	SIS-6	103
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-3	152	Zegarra Restrepo Monica	SE03-2	134
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-4	152	Zenteno Gómez Dení Tanibé	FE-24 CARTEL	23
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-5	152	Zermeño Díaz David	SE22-31	189
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-7	152	Zertuche José	SE01-14	124
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-9	152	Zhao Xixi	GEOPAL-13 CARTEL	64
Velasco Herrera Víctor Manuel	SE12-11 CARTEL	153	Zintzún López Jorge	CCA-24	6
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-1	68	Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-2	116
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-5	69	Zolotokrilin Alexander	SE24-2	200
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-8	69	Zolotokrilin Alexander	SE24-33 CARTEL	207
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-21 CARTEL	73	Zolotokrilin Alexander	SE24-40 CARTEL	208
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-22 CARTEL	73	Zueck González Silvia	SE02-6	129
Velasco Villarreal Miriam	GEOPAL-3	62	Zueck González Silvia	SE02-10	130
Velasquillo Martínez Luis G.	GP-1	42	Zueck González Silvia	SE20-1	174
Velasquillo Martínez Luis G.	GP-2	42	Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-4	102
Velasquillo Martínez Luis G.	GET-25 CARTEL	52	Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SE25-7	212
Velázquez Angulo Gilberto	SE24-19	203	Zúñiga Tovar Ángel Emmanuel	SE22-23	187
Velázquez Hernández Jorge	SED-16 CARTEL	98	Zúñiga Tovar Berta	SE22-39 CARTEL	191
Velázquez Sánchez Raúl	FE-5	20			
Verdugo Díaz Gerardo	SE01-5	122			
Verdugo Díaz Gerardo	SE01-17	125			
Vergara Huerta Filiberto	EG-31 CARTEL	16			
Vermonden Thibodeau Anaís	SE24-30	206			
Vernon Frank	SIS-11	104			
Vernon Frank	SIS-13	104			
Victoria Morales Alfredo	MIN-3	78			
Victoria Morales Alfredo	MIN-6	79			
Victoria Morales Alfredo	MIN-8	80			
Vidal García Martín C.	GEOH-23	35			
Vidal Juárez Teresa	SIS-38 CARTEL	110			
Vidal Solano Jesús	GEOPAL-6	63			
Vidal Solano Jesús	VUL-8	117			
Vidal Solano Jesús	SE23-9	197			
Vidal Villegas José Antonio	SIS-17	105			
Vidal Villegas José Antonio	SIS-38 CARTEL	110			
Vigil Rodríguez Roberto	MIN-7	79			
Villa González Uwe	SE18-2	168			
Villalba María de Lourdes	GEOH-29 CARTEL	37			
Villalpando Barragán Fabian	GEOH-8	32			
Villalpando Barragán Fabian	SE24-36 CARTEL	207			
Villalva Salvador	SIS-33	109			
Villaman Corrales Michael	GEOD-13 CARTEL	28			
Villanueva Estrada Ruth	GEOQP-3	68			
Villanueva Estrada Ruth	MIN-10	80			
Villanueva González Pedro	GEOQP-3	68			
Villanueva Hernández Pablo	FE-4	20			
Villanueva Hernández Pablo	FE-17 CARTEL	22			
Villanueva Hernández Pablo	FE-18 CARTEL	22			
Villanueva Hernández Pablo	SE25-4	212			
Villarreal Hernández Diana Rocío	SE12-12 CARTEL	153			
Villarreal Rodríguez Samuel	SE15-14 CARTEL	162			
Villarreal Uribe Ana Lilia	EG-38 CARTEL	18			
Villaseñor Cabral María Guadalupe	GGA-2	56			
Villegas Aguilera Ma. Magdalena	SE01-5	122			
Villegas Aguilera Ma. Magdalena	SE01-17	125			
Villegas Cerrón Reyna	GEOQP-4	68			
Villela y Mendoza Almendra	EG-28 CARTEL	15			
Vourlidas Angelos	SE26-1	216			
Vourlidas Angelos	SE26-8	217			
Vourlidas Angelos	SE26-9	217			
Weber Bodo	GET-6	47			
Weber Bodo	SE23-11	198			
Wilson Rob	FE-22 CARTEL	23			
Wogau Chong Kurt Heinrich	GEOPAL-2	62			
Wong Ortega Víctor	SIS-13	104			
Wong Ortega Víctor	SIS-14	105			
Wong Ortega Víctor	SIS-32	109			
Wu Jacqueline	SE23-9	197			
Xolocotzi Rodríguez Xochitl	SE22-12	184			
Xu Shunshan	GET-14	49			
Xu Shunshan	GET-25 CARTEL	52			
Yañez Vázquez Rodrigo	GP-3	42			
Yutsis Vsevolod	EG-4	10			
Yutsis Vsevolod	GEOH-5	31			
Yutsis Vsevolod	GEOH-6	31			
Yutsis Vsevolod	GEOH-40 CARTEL	40			
Yutsis Vsevolod	GGA-14 CARTEL	60			
Yutsis Vsevolod	GEOQP-4	68			
Yza Guzmán Luis	GEOH-29 CARTEL	37			
Zaitsev Oleg	SE01-3	122			
Zaitsev Oleg	SE01-4	122			
Zaitsev Oleg	SE01-10	123			
Zamora Camacho Araceli	VUL-3	116			
Zamora Martínez Olivia	GGA-3	56			
Zamudio Luis	SE01-9	123			
Zarate Del Valle Pedro F.	CCA-1	2			
Zarate Del Valle Pedro F.	GP-6 CARTEL	43			
Zarate Del Valle Pedro F.	GEOQP-16	72			
Zarate Del Valle Pedro F.	SE24-36 CARTEL	207			
Zarazúa Escobar José Alberto	CCA-11	3			
Zarraluqui Such Víctor C.	CCA-17	5			
Zarraluqui Such Víctor C.	SED-2	94			
Zavala Arriaga María Mercedes	SE24-14	202			
Zavala Hidalgo Jorge					

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2009 es de \$400.00 para investigadores
y \$300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
CICESE
Carr. Tijuana - Ensenada No. 3918
Zona Playitas, C.P. 22860, B.C., México
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Ramón Zúñiga Dávila
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

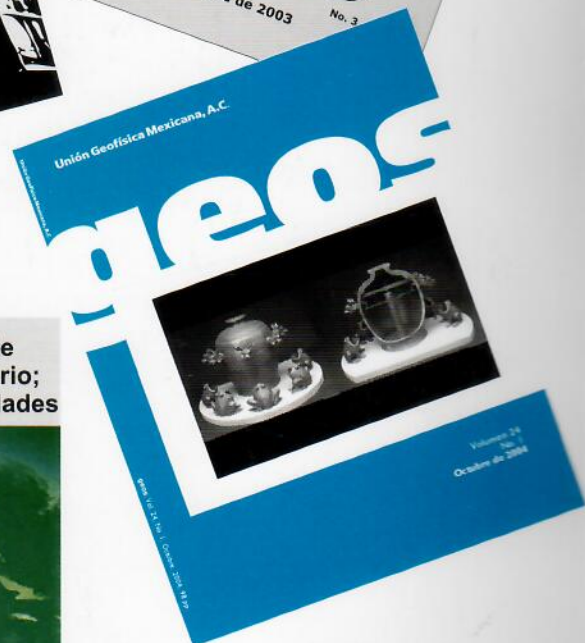
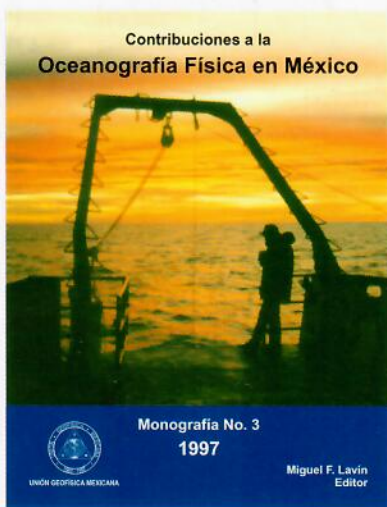
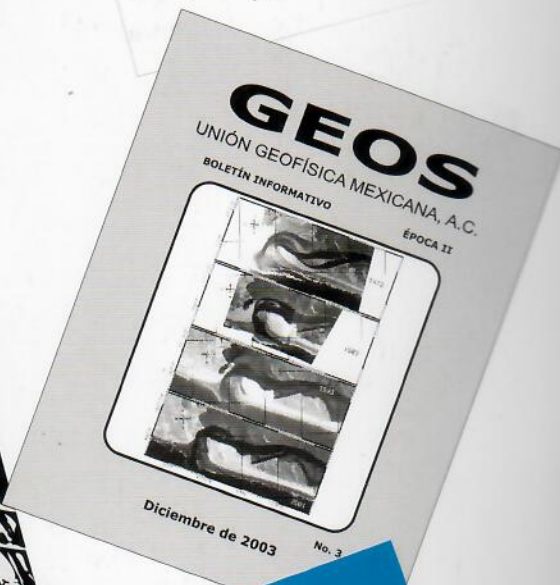
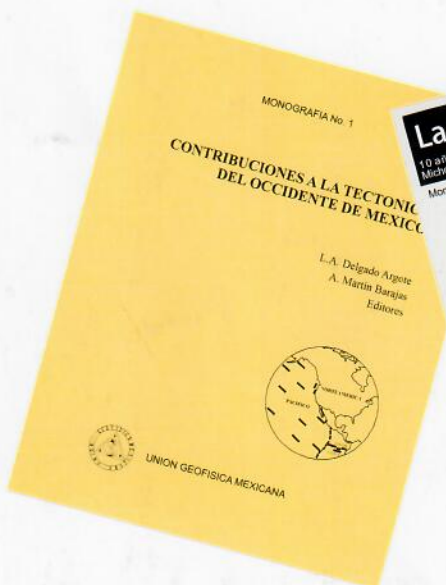
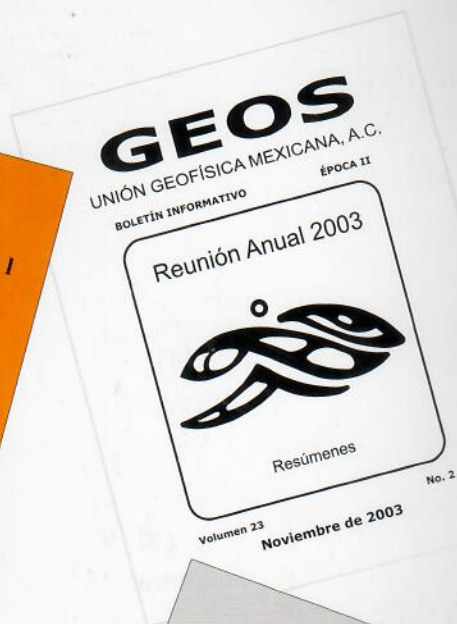
GEOS

Revista a la venta con:

Costo del ejemplar \$60.00

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)175-0500
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.