

GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II

Reunión Anual 2003



Resúmenes

Volumen 23

No. 2

Noviembre de 2003

GEOS

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
(ISSN 0186-1891)**

GEOS es una revista cuatrimestral editada para la Unión Geofísica Mexicana, A.C. en la División de Ciencias de la Tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

**UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 2000-2001**

Dr. Juan García Abdeslem
Presidente

Dr. Luca Ferrari Pedraglio
Vicepresidente

Dr. Saúl Álvarez Borrego
Secretario General

Dr. José Manuel Romo Jones
Tesorero

Dr. Francisco Javier Pacheco Alvarado
Secretario de Investigación

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

Dr. Roberto Molina Garza
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Luis A. Delgado Argote

Correo electrónico: ldelgado@cicese.mx

y

Juan García Abdeslem

Correo electrónico: jgarcia@cicese.mx

Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Böhnelt, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, IPICYT

Oscar Campos, Geofísica de Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM

Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE

José Luis Frías Salazar, Cartografía, INEGI

Juan García Abdeslem, Gravimetría y Magnetometría, CICESE

René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP

Margarita López Martínez, Geoquímica, CICESE

Alejandro Hinojosa Corona, Sistemas de Información Geográfica, CICESE

Miguel Lavín, Oceanografía, División de Oceanología, CICESE

Luis Munguía Orozco, Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Jorge Ledesma Vázquez, Sedimentología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC

Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX

Domitilo Pereyra, Ciencias Atmosféricas, UNIVERSIDAD VERACRUZ

Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM

Miguel Téllez, Sedimentología, UABC

Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geología, UNAM

Carlos Suárez Plascencia, Riesgo Geológico, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Héctor Pérez de Tejada, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Victor Manuel Frías Camacho

María Cristina Álvarez Astorga

APOYO TÉCNICO EDITORIAL

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. ISSN 0186-1891 (La Unión Geofísica Mexicana, UGM, es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias de la Tierra). **GEOS** es una publicación trimestral apoyada por el CICESE (División de Ciencias de la Tierra y División de Oceanología), UNAM (Coordinación de la Investigación Científica; Institutos de Geofísica, Geología, Geografía, Ciencias del Mar y Limnología e Ingeniería; Centro de Ciencias de la Atmósfera; y Facultad de Ingeniería), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, Consejo de Recursos Minerales y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

GEOS, publica artículos y notas de investigación, divulgación, reportes, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente de las Ciencias de la Tierra. Los artículos de investigación son arbitrados por duplicado, mientras que los de divulgación son arbitrados por un especialista.

En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, los manuscritos no deben de exceder cuatro cuartillas. Todos los trabajos deberán ser enviados a los editores por correo electrónico.

Toda correspondencia dirigirla a:

Luis A. Delgado Argote
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, B.C., México
Tel. 01(646)174-5050, Ext. 26060
Fax: 01(646)175-0559
Correo electrónico: ldelgado@cicese.mx

EDITORIAL

LAS REUNIONES ANUALES DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, ASOCIACIÓN GEOTÉRMICA MEXICANA Y SELPER

El trabajo conjunto de la UGM, AGM y SELPER de nuevo muestra su capacidad de convocatoria. Con respecto a la reunión de 2001, el número de participaciones se redujo de 519 a 438; sin embargo, el número de dependencias participantes se duplicó para sumar en esta ocasión 277, de las que el 40% son extranjeras. La participación internacional es principalmente de Estados Unidos (52), seguido por los países europeos (40), latinoamericanos (11), así como países de Asia (6) y Oceanía (3).

La reunión está dividida en 26 sesiones, de las que 15 son regulares, 2 son especiales (*El experimento del monzón norteamericano* y *La estructura térmica de las zonas de subducción*) y 9 son de SELPER. Estos últimos abarcan temas atmosféricos, oceanográficos, geológicos, de planeación urbana y ambientales. Por número de trabajos, las sesiones regulares más importantes son las de Sismología y Geodesia (52), Oceanología (47), Volcanología y Geotermia (36), Geología Estructural y Tectónica (32), Ciencias de la Atmósfera y Climatología (29), Geomagnetismo y Paleomagnetismo (27) y Geohidrología (24). Destaca el interés en las áreas ambientales y de riesgos naturales; sobre estos temas se separaron 64 trabajos en cinco sesiones.

Sin ser la menos popular, la sesión de Educación en Geociencias puede resultar un buen foro de discusión de los problemas que aquejan a los distintos niveles de los programas educativos en esas áreas. Problemas de reclutamiento de estudiantes, de identificación de temas solicitados por los estudiantes y el mercado laboral, de intercambio de técnicas educativas y de movilidad académica, la experiencia de los posgrados a un año de operar con el Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional SEP-CONACYT, entre otros, pueden plantearse a través del intercambio de experiencias en una sesión como ésta.

Posterior a la semana de actividades de las reuniones, se efectuará el quinto Taller Canadá-México sobre Aplicaciones de la Física de Medios Porosos.

Uno de los acontecimientos importantes de la reunión será la Asamblea General de la UGM, en la que elegiremos al vicepresidente del periodo 2004-2005 y se dará a conocer la Mesa Directiva entrante. La Mesa Directiva que termina aprovecha este espacio y esta reunión para agradecer a la comunidad su confianza y los invita a que apoyen con mayor entusiasmo el trabajo de los siguientes gestores.

Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión
UGM

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Academia Mexicana de Ciencias, A.C.	México
Academia Nacional de Investigación y Desarrollo	México
Andreyev Acoustics Institute, Rusia	Rusia
Arizona State University	EUA
Asesores en Desarrollo Regional Sustentable S.C.	México
Australian National University, Centre for Resource and Enviromental Studies, Canberra, Australia	Australia
Australian National University, Research School of Earth Sciences, Canberra, Australia	Australia
Ayuntamiento de Guasave, Sinaloa	México
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería	México
Brown University, Department of Geological Sciences	USA
California Institute of Technology	USA
Centro de Investigación Sísmica, A.C.	México
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital	México
Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste	México
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Centro Nacional de Prevención de Desastres	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Geofísica Aplicada	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Geología	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Sismología	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Lab. de Geodesia y Geodinámica	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Ecología	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Oceanografía Física	México
CICESE, La Paz, B.C.S.	México
CIDESON, Mexico	México
CINVESTAV, Mérida	México
Climate Prediction Center, NCEP, NWS, NOAA	USA
Colegio de la Frontera Norte	México
Colegio de Postgraduados	México
Colorado State University	USA
Columbia University	USA
Comision Federal de Electricidad	México
Comisión Federal de Electricidad, Residencia Los Azufres	México
Comisión Nacional del Agua, Gerencia Querétaro	México
Comité Estatal de Sanidad Vegetal	México
Desert Research Institute, Reno, Nevada, USA	USA
Dirección Estatal de Protección Civil, Sonora	México
Domaines Océaniques, IUEM, Brest	USA
École Normale Supérieure de Paris, Laboratoire de Géologie, Francia	Francia
Edo. Chihuahua	México
Escuela Nacional de Antropología e Historia	México
Escuela Superior de Agricultura de Purpan, Francia	Francia
Fideicomiso para la Administracion, Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco	México
Florida State University, Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies	USA
Florida State University, Naval Research Laboratory	USA
Ganadera VIZUR	México
GeoFurchungZentrum Potsdam, Germany	Alemania
Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand	Tailandia
Georgia Institute of Technology, School of Earth and Atmospheric Sciences	USA
Géosciences Azur, CNRS, France	Francia
Géosciences Azur, IRD, France	Francia
Géosciences Azur, UNSA, France	Francia
Géosciences Azur, UPMC, France	Francia
Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA	USA
Harvard University, Division of Engineering and Applied Sciences	USA
Hokkaido University, Institute of Seismology and Volcanology, Sapporo, Japan	Japón
Hoogeschool Zeeland, Vlissingen, Holanda	Holanda
IAEA, Viena, Austria	Austria
IFAC-CNR, Firenze, Italy	Italia
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	México
Indian Institute of Technology, Kanpur, India	India
INEGI, Dirección General de Geografía	México

Institut de Physique du Globe, Paris	Francia
Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, Depto. de Ordenamiento Ecológico	México
Instituto de Investigaciones Eléctricas, Gerencia de Geotermia	México
Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	México
Instituto de Protección Civil del Estado de México	México
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México
Instituto Mexicano del Petróleo, Exploración y Producción	México
Instituto Mexicano del Petróleo, Gerencia de Geociencias	México
Instituto Mexicano del Petróleo, Programa de Yacimientos Naturalmente Fracturados	México
Instituto Mexicano del Transporte	México
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Morelia	México
Instituto Nacional de la Pesca	México
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala	Guatemala
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.	México
Instituto Tecnológico de Sonora, Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente	México
Instituto Tecnológico del Mar 03, Guaymas, Son.	México
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	México
International Institute for Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Federation, Rusia	Rusia
International Institute for Geo-information Sciences and Earth Observation, Holanda	Holanda
IPN, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	México
IPN, Centro de Investigación en Computación	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Sinaloa	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, COFAA	México
IPN, ESIA, Unidad de Ciencias de la Tierra	México
Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia	Italia
Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia	Italia
Laboratoire de Modelisation et Calcul	Francia
Legg Geophysical	USA
Marina de Guerra del Perú, Dirección de Hidrografía y Navegación	Perú
MSGP Academia, Moscú, Rusia	Rusia
National Center for Atmospheric Research	USA
National Severe Storms Laboratory, Norman, OK, USA	USA
Naval Postgraduate School, Monterey, California, USA	USA
Northern Arizona University, Department of Geology, Flagstaff, AZ	USA
Oberlin College, Department of Geology	USA
Oregon State University, College of Oceanic and Atmospheric Sciences, Corvallis, OR, USA	USA
Paleomagnetic Lab. IPGP, UMR, Paris, France	Francia
PASSCAL	USA
PEMEX, Exploración y Producción Región Norte	PASSCAL
PEMEX, Exploración y Producción, Subdirección de la Coordinación Técnica de Exploración	PASSCAL
Philippine Geothermal Inc., Makati City, Philippines	Filipinas
Russian Academy of Sciences, Geophysical Service	Rusia
San Diego State University	USA
Sapporo District Meteorological Observatory, Sapporo, Japan	Japón
Science Applications International Corporation	USA
SCRIPPS, Institution of Oceanography, UCSD	USA
Secretaría de Marina, Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, B.C.	México
SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología	México
Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile	Chile
Servicios Industriales Peñoles, S.C., Gerencia de Exploración Chihuahua	México
Sistema Estatal de Protección Civil de Chiapas	México
Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Sección de Demografía	México
Stanford University, Geological & Environmental Sciences, Stanford, CA	USA
Stennis Space Center, Naval Research Laboratory, Mississippi	USA
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Jena, Alemania	Alemania
UABC, Facultad de Arquitectura	México
UABC, Facultad de Ciencias Marinas	México
UABC, Facultad de Ingeniería	México
UABC, Instituto de Ciencias Agrícolas	México
UABC, Instituto de Ingeniería	México
UABC, Instituto de Investigaciones Oceanológicas	México
UABC, Instituto de Investigaciones Sociales	México

UABC, Instituto de Investigaciones Sociales, Laboratorio de Geomática	México
UABCS, Depto. de Geología Marina	México
UACH, Facultad de Ingeniería	México
UAEM Laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información Geográfica	México
UAEM, Facultad de Geografía	México
UANL, Facultad de Ciencias de la Tierra, Linares, N.L.	México
UAQ, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería	México
UASLP, Instituto de Geología	México
UAZ, Unidad Académica de Minas, Metalurgia y Geología	México
UAZ, Unidad Académica de Agronomía	México
UMSNH, Facultad de Biología	México
UMSNH, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	México
UMSNH, Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera	México
UNAM, CEAMISH	México
UNAM, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	México
UNAM, Centro de Geociencias, Campus Juriquilla	México
UNAM, Centro de Geociencias, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Campus Juriquilla	México
UNAM, Centro de Instrumentos	México
UNAM, CRIM	México
UNAM, Depto. de Exploración, Instituto de Geofísica	México
UNAM, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería	México
UNAM, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería	México
UNAM, Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Aragón	México
UNAM, Facultad de Ciencias	México
UNAM, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala	México
UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, Posgrado de Geografía	México
UNAM, Facultad de Química	México
UNAM, Instituto de Biología	México
UNAM, Instituto de Ciencias de Mar y Limnología	México
UNAM, Instituto de Geofísica	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear	México
UNAM, Instituto de Geofísica, LUGIS	México
UNAM, Instituto de Geografía	México
UNAM, Instituto de Geología	México
UNAM, Instituto de Geología, Depto. de Geoquímica	México
UNAM, Instituto de Geología, Depto. de Paleontología	México
UNAM, Instituto de Geología, ERNO	México
UNAM, Instituto de Geología, LUGIS	México
UNAM, Instituto de Ingeniería	México
UNAM, Instituto de Ingeniería, Facultad de Ingeniería	México
UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas	México
UNAM, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	México
UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
UNAM, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología	México
UNAM, Posgrado en Ciencias Químicas	México
Uni Hamburg, Institut fuer Meereskunde	Alemania
Univerite dees Sciences et technologies de Lille, UFR des Sciences de al Terre, Villeneuve d'	Francia
Universidad Autónoma de Campeche, Centro EPOMEX	México
Universidad Autónoma de Chapingo, Museo Nacional de Agricultura	México
Universidad Autónoma de Chihuahua	México
Universidad Autonoma de Chihuahua, Depto. de Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia	México
Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia	México
Universidad Autónoma de Guadalajara	México
Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Regional de Ciencias de la Tierra	México
Universidad Autónoma de Nayarit, UAS Campus Ixtlán del Río	México
Universidad Autónoma de Nuevo León	México
Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ingeniería	México
Universidad Autónoma de Querétaro	México
Universidad Autónoma de Querétaro, Posgrado de Ingeniería	México
Universidad Autónoma de Sinaloa	México
Universidad Autonoma de Sinaloa, Escuela de Ciencias de la Tierra	México
Universidad Autónoma de Tamaulipas	México

Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CIICAp	México
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas	México
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México
Universidad de Colima	México
Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas	México
Universidad de Colima, Facultad de Ciencias, RESCO	México
Universidad de Colima, Observatorio Vulcanológico	México
Universidad de Colima, Red Sismología del Estado de Colima	México
Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Geofísicas, San José, Costa Rica	Costa Rica
Universidad de Guadalajara	México
Universidad de Guadalajara, Centro de Ciencias de la Tierra	México
Universidad de Guadalajara, Centro de Sismología y Volcanología de Occidente	México
Universidad de Guadalajara, CUCEI, Centro de Ciencias de la Tierra	México
Universidad de Guadalajara, CUSCH	México
Universidad de Guadalajara, CUVALLES	México
Universidad de Guadalajara, Depto. de Ciencias, CUC	México
Universidad de Guadalajara, Depto. de Física, CUCEI	México
Universidad de Guadalajara, Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH	México
Universidad de Guadalajara, Depto. de Matemáticas, CUCEI	México
Universidad de Guadalajara, Depto. de Química, CUCEI	México
Universidad de Guadalajara, Instituto de Astronomía y Meteorología	México
Universidad de Guadalajara, Posgrado de Ciencias en Hidrometeorología	México
Universidad de Guanajuato, Cuerpo Académico de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas	México
Universidad de Guanajuato, ICA, Agronomía	México
Universidad de la Basilicata, Campus Macchia Romana, Italia	Italia
Universidad de la Habana, Facultad de Matemática y Computación, Vedado, La Habana, Cuba	Cuba
Universidad de los Andes, Laboratorio de Geofísica, Facultad de Ciencias	Venezuela
Universidad de Quintana Roo	México
Universidad de San Carlos, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Guatemala	Guatemala
Universidad de Sevilla, España	España
Universidad de Sonora	México
Universidad de Sonora, Depto. de Geología	México
Universidad de Utrecht, Facultad de Ciencias Geográficas, Los Países Bajos	Países Bajos
Universidad del Bio-Bio, Copecion-Chile	Chile
Universidad Federal de Parana, Depto. de Geología, Brazil	Brasil
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología	México
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	México
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales	México
Universidad Nacional Aeroespacial de Ucrania	Ucrania
Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Medellín, Colombia	Colombia
Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Argentina	Argentina
Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Perú	Perú
Universidad P. Sabatier, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse, Francia	Francia
Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales	España
Universidad San Pablo CEU, Madrid, España	España
Universidad Veracruzana	México
Universidad Veracruzana, Centro de Ciencias de la Tierra	México
Universidad Veracruzana, Centro de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería Civil	México
Universidad Veracruzana, Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas	México
Universidad Veracruzana, Instituto de Ingeniería	México
Universita'di Torino, Italy	Italia
Université Louis Pasteur, Centre de Géochimie de la Surface, France	Francia
Université Montpellier, Laboratoire de Paléontologie, ISEM, France	Francia
Université Paris IV, Sorbonne, Institut de Géographie	Francia
Universite Pierre et Marie Curie	Francia
University Bochum, Institute of Geology, Mineralogy and Geophysics, Ruhr, Germany	Alemania
University of Arizona	USA
University of Arizona, Department of Atmospheric Science	USA
University of Bari, Department of Physics	Italia
University of California, Department of Integrative Biology, Berkeley, CA	USA
University of California, Department of Earth and Space Sciences, Los Angeles	USA
University of California, Institute of Geophysics and Planetary Physics, Riverside, CA., USA	USA

University of California, Museum of Paleontology, Berkeley, Berkeley, CA	USA
University of California, Santa Cruz, Earth Sciences Department, California, USA	USA
University of Colorado	USA
University of Colorado at Boulder, Department of Geological Sciences, Colorado	USA
University of Colorado at Boulder, Department of Physics, Colorado	USA
University of Colorado, Department of Aerospace Engineering Sciences	USA
University of Copenhagen, Geological Museum	USA
University of Liverpool, Geomagnetism Lab.	USA
University of Memphis	USA
University of Miami, RSMAS	USA
University of Minnesota, Supercomputing Institute and Department of Geology and Geophysics, USA	USA
University of Nevada, Seismological Laboratory, Reno	USA
University of Oklahoma, CIMMS	USA
University of Oregon, Department of Geological Sciences	USA
University of Otago, Department of Geology, Dunedin, New Zealand	Nueva Zelandia
University of Rennes, Paleomagnetic Lab. France	Francia
University of South Carolina, Department of Geological Sciences	USA
University of Texas, El Paso	USA
University of Wales, Bangor, UK	Inglaterra
University of Washington	USA
University of Wisconsin, Madison	USA
University of Wyoming, Department of Geology and Geophysics	USA
USGS, Menlo Park, California	USA
USGS, Oficina Regional para Centro América	USA
USGS, Pasadena, CA.	USA
Washington University, Department of Earth and Planetary Sc.	USA

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
EDITORIAL.....	i
DEPENDENCIAS PARTICIPANTES.....	ii

SESIONES REGULARES

CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CLIMATOLOGÍA.....	71
EDUCACIÓN EN GEOCIENCIAS.....	81
GEOHIDROLOGÍA.....	85
GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO.....	95
GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA.....	105
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL, TECTÓNICA Y TECTONOFÍSICA.....	111
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL.....	126
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA PETROLERA.....	131
INGENIERÍA GEOLÓGICA, RIESGO GEOLÓGICO Y GEOTECNIA.....	136
MÉTODOS Y MODELACIÓN GEOFÍSICOS.....	145
OCEANOLOGÍA.....	150
RIESGOS Y PELIGROS.....	165
SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA.....	173
SISMOLOGÍA Y GEODESIA.....	178
VOLCANOLOGÍA Y GEOTERMIA.....	196

SESIONES ESPECIALES

EL EXPERIMENTO DEL MONZÓN NORTEAMERICANO.....	210
LA ESTRUCTURA TÉRMICA DE LAS ZONAS DE SUBDUCCIÓN.....	217

SESIONES SELPER

ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS, MODELIZACIONES Y PRONÓSTICOS, CAMBIOS GLOBALES Y REGIONALES.....	220
ESTUDIOS DE LOS SISTEMAS MARINOS, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y ORDENAMIENTO COSTERO.....	224
ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS, PROSPECCIÓN MINERALÓGICA Y PETROLÍFERA.....	228
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS, CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS.....	231
ESTUDIOS URBANOS Y REGIONALES, PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	238
INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES, MODELOS Y POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL.....	244
PREVENCIÓN DE RIESGOS, MODELOS, ESCENARIOS Y PLANES DE CONTINGENCIAS.....	251
GEOINFORMACIÓN, SISTEMAS EXPERTOS Y DESARROLLO ALGORÍTMICO.....	255
APLICACIONES GUBERNAMENTALES E INSTITUCIONALES.....	260

ÍNDICE DE AUTORES.....	262
------------------------	-----

Sesión

Ciencias de la Atmósfera y Climatología

Lunes 3 — Martes 4

SALA "A"

CAC-1

CARACTERÍSTICAS Y RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y EL FENÓMENO ENOS EN UNA REGIÓN CAFETALERA DEL ESTADO DE VERACRUZ (HUATUSCO)

Bravo Cabrera José Luis, Gay García Carlos y Conde Álvarez Cecilia

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: jlbravo@tonatihu.igeofcu.unam.mx

Se analizaron los datos de precipitación desde 1961 hasta 1997 (Eric II) en la región de Huatusco Chicuelar; Huatusco Elotepec y Coscomatepec en el estado de Veracruz y se analiza también su relación con la intensidad del fenómeno ENOS. Se estudia la tendencia de la precipitación y su patrón de comportamiento mensual no encontrándose durante el periodo de estudio una tendencia definida y mostrándose claramente el efecto de la canícula. Se ajustaron distribuciones gamma, como lo han propuesto otros autores, a los valores de la precipitación clasificada mensualmente y se identificaron 3 periodos a los cuales también se les ajustaron distribuciones gamma caracterizándose de este modo la precipitación en la época de secas, lluvias y 2 épocas de transición. Se analizaron los valores extremos de precipitación clasificados por meses y se les ajustaron distribuciones Gumbel o también llamadas de valores extremos; de este modo se describe el comportamiento de dichos valores. Se define un parámetro proporcional a la intensidad de la canícula y se describe su relación con la intensidad del fenómeno ENOS, encontrándose un comportamiento inverso entre ambas magnitudes, es decir, la canícula tiende a perder intensidad al intensificarse el fenómeno ENOS. Se concluye que la canícula es un fenómeno influenciado en gran parte por condiciones locales.

Se define un concepto de sequía como dos periodos consecutivos en los cuales llueve en una proporción menor al 90% de la moda de la distribución del correspondiente periodo del año y se comparan estas sequías con la intensidad del fenómeno ENOS. No se obtiene ninguna relación entre la ocurrencia del fenómeno ENOS y la sequía definida de este modo en el área de estudio. Se relaciona el fin de la época de secas con la intensidad del fenómeno ENOS; se encuentra que la presencia de ENOS intenso ocasiona retraso en el final de la época de secas.

CAC-2

FLUCTUACIONES DE LA CANÍCULA DURANTE EL ENSO

Contreras Hernández Ana Delia¹ y Morales Acoltzi Tomás²

¹ Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

Correo Electrónico: anadeliacontreras@hotmail.com

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se presenta un análisis de las fluctuaciones de la canícula durante las fases del ENSO sobre el territorio de Veracruz (México) a partir de series de tiempo de lluvia. Se aplican algoritmos numéricos de ondeletas (wavelets) para hallar periodos de recurrencia en las anomalías de lluvia durante el periodo 1961-2000. Se encuentran tres tipos de comportamiento para la canícula: (1) anticipada con "interrupción húmeda" (2) ingreso paulatino (3) régimen prolongado.

CAC-3

CARACTERÍSTICAS DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE VERANO EN MÉXICO DURANTE EL EXPERIMENTO ECAC

Caetano Santos Ernesto, Magaña Rueda Víctor, Magaldi

Hermosillo Adolfo y Méndez Pérez Juan Matías

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Correo Electrónico: caetano@servidor.unam.mx

Estudios recientes han mostrado que la predicción de la característica de la temporada de lluvias en México es determinada por lo que ocurre sobre el océano Pacífico del este, frente la costa Mexicana. El Experimento Climático de las Albercas Calientes (ECAC) tuvo como objetivo examinar las interacciones océano-atmósfera en esta región y su contraste con la llamada "lengua de agua fría" frente las costas de Perú y Ecuador, con el fin de analizar la dinámica de las lluvias de verano en México. Los resultados muestran que la variación diaria de la radiación solar regula los cambios de la temperatura de superficie del mar (TSM). La estructura termodinámica de la atmósfera para la alberca de agua caliente muestra que la humedad y a su vez la radiación de onda larga emitida por el océano, regulan los cambios en la temperatura de la atmósfera próxima a la superficie, confirmando que el vapor de agua y el efecto invernadero son claves para determinar la temperatura del aire en superficie. El mes de julio posee un comportamiento particular pues durante este mes la TSM y la lluvia disminuyen, la radiación de onda corta y la cantidad de agua precipitable en la atmósfera aumentan. Se sugiere que la posible explicación de este comportamiento se encuentra en la inhibición de la convección tropical causada por la subsidencia asociada a la intensa convección frente la costa Caribeña de Nicaragua. Durante este periodo los centros de actividades convectivas se desplazan hacia el oeste generando una región de subsidencia en 100°-110°W y 12°N.

CAC-4

LLUVIAS ASOCIADAS A ONDAS DEL ESTE EN EL SURESTE Y CENTRO DE MÉXICO

Salinas Prieto José Antonio

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo Electrónico: jsalinas@tlaloc.imta.mx

Se presenta un estudio de la contribución en lluvias debidas a ondas del este (OE) entre 1948 y 1998 para el centro y sureste de México, siguiendo la guía de ondas entre 12°N y 24°N. Los datos utilizados para identificar la estructura espectral de ondas son de Reanálisis (NCEP), en la variable viento meridional, con una resolución espacial de 2.5° x 2.5° y temporal de 24 horas, en 700 mb mientras que mallas regulares de campos de lluvia fueron generadas con una combinación de datos de Reanálisis y observaciones (ERICII) mediante un proceso de asimilación de datos.

Dadas las características espectrales de estas perturbaciones en el Mar Caribe y sureste de México (análisis de onduletas: wavelets) se estimó la contribución energética de OE a las oscilaciones observadas entre mayo y noviembre para los 53 años del estudio en cada banda de frecuencia con estimaciones anuales. Las contribuciones de OE en lluvias fueron calculadas utilizando estas contribuciones energéticas en la totalidad de la lluvia observada en términos porcentuales.

Las lluvias asociadas a estas perturbaciones representan en el centro y sureste de México el 30% de las registradas en julio, el 35% de agosto, el 49% de septiembre, el 33% de octubre y el 25% de noviembre, con variabilidades espaciales atribuidas a la orografía.

CAC-5

EVALUACION DE TRES METODOS PARA CARACTERIZAR LA SEQUIA

Alvarez Pozos Sandra Luz¹, Tereshchenko Emmanuilovna Irina¹,
Aceves Navarro Lorenzo A.² y Arteaga Ramírez Ramón²

¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: sandral@cencar.udg.mx

² Colegio de Postgraduados

La presencia de sequía en el Estado de Jalisco, se ha manifestado en diversos periodos de tiempo, con diferente extensión y intensidad. Una forma de evaluación que permite identificar la sequía y monitorear sus características es mediante la utilización de índices climáticos.

En el presente trabajo se evaluó la sensibilidad tres índices de sequía, durante el periodo de tiempo de 1961-1989 en la temporada de lluvias, para cuatro localidades del estado que son: Guadalajara, Mascota, Lagos de Moreno y Colotlan, Jalisco. Los índices evaluados son: El Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) desarrollado por McKee et al., En 1993, el Índice de Severidad de Sequía de Palmer (ISSP) por Palmer, en 1965 y el Índice del Periodo Normal (IPNO) desarrollado por Soil Survey Staff en 1999.

Los resultados fueron comparados para la selección del mejor índice con información periodística local en donde se estableció la identificación de tres sequías de gran extensión durante los años de 1969, 1982 y 1989. Al validarse los índices con esta información se encontró que el IEP tiene una mayor sensibilidad ante el fenómeno al coincidir 100% en las cuatro localidades, observando que la categoría de sequía que predomina mediante el IEP es moderadamente seco. La mayor intensidad de la sequía ocurre en 1989 y 1982 con base al ISSP, al registrarse sequías extremas y el año de 1969 con base al IEP. En cuanto a la duración de la sequía puede ser de un mes (IEP, IPNO) a treinta uno (ISSP).

La definición de sequía meteorológica que se reporta en la literatura es aplicable para estas localidades. Esto se apoya con base a los resultados obtenidos mediante la aplicación del IEP. Por lo que se acepta como una definición de sequía a aquella que ocurre cuando los valores del IEP a escala mensual dentro de la temporada de lluvias son menores a - 1.0

CAC-6

PERIODO DE RETORNO DE SEQUIA EXTREMA EN CUATRO LOCALIDADES DEL ESTADO DE JALISCO

Alvarez Pozos Sandra Luz¹, Tereshchenko Emmanuilovna Irina¹,
Aceves Navarro Lorenzo A.² y Arteaga Ramírez Ramón²

¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: sandral@cencar.udg.mx

² Colegio de Postgraduados

Un aspecto relevante de la caracterización de sequía con índices climáticos, es la clasificación de la intensidad con que se presenta el fenómeno. Identificado la categoría de intensidad, es necesario analizar con que periodicidad retorna la sequía.

White, (1995) menciona que para considerar un criterio de medición de la sequía extraordinaria, debemos establecer la condición meteorológica que la constituye como un evento raro y severo, con un periodo de retorno de 1 vez cada 20 a 25 años y que tiene una duración de mas de 12 meses.

Se realizó el siguiente trabajo para conocer los periodos de retorno de sequías extremas en cuatro localidades (Guadalajara, Mascota, Lagos de Moreno y Colotlan) del Estado de Jalisco. De la aplicación de tres índices de sequías que son: El Índice Estandarizado de Precipitación (IEP), el Índice de Severidad de Sequía de Palmer (ISSP) y el Índice del Periodo Normal (IPNO) durante el periodo de tiempo de 1961-1989.

En los resultados del periodo de retorno se encontró que las sequías extremas (SE) tienen periodos de retorno menor a lo mencionado por White en 1995. Como es el caso de Lagos de Moreno en la aplicación del ISSP que se presenta una vez cada 10 años durante la temporada de lluvias. En las otras localidades con este mismo índice por lo general los periodos de retorno son de 1 vez cada 25 a 29 años, mientras que con el IEP es de una vez cada 9 a 29 años durante el periodo analizado.

Concluyendo que la sequía extrema es un fenómeno poco probable de acuerdo a los resultados del IEP y el ISSP, lo más común es que se presente la condición normal en las localidades evaluadas.

CAC-7

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA DETERMINAR NORMALIDAD ESTADÍSTICA EN SERIE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Natividad Baizabal Miguel Angel, Pereyra Díaz Domitilo y
Bando Murrieta Uriel
Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: mnatividad@uv.mx

Entre las necesidades de realizar una Zonificación Agroecológica de cultivos en el Estado de Tabasco, aparece con frecuencia la necesidad de efectuar comparaciones entre métodos. En este caso particular y por la importancia que revisten los aspectos pluviométricos dentro del complejo climático en la Planificación Ecológica, es efectuar la comparación entre dos métodos para la determinación de la normalidad estadística en series de precipitación, que coadyuven a describir la distribución de los totales de lluvia en una región determinada, a fin de que se puedan fijar los valores aproximados de probabilidad que se requieran.

CAC-8

COMPARACIÓN DE VARIABLES DE TEMPERATURA AMBIENTE E INSOLACIÓN, REGISTRADA EN 4 OBSERVATORIOS METEOROLÓGICOS DEL LITORAL DE PACÍFICO MEXICANO ENTRE LA PRIMAVERA DE 2002 E INVIERNO DE 2003

Gómez Ramírez Mario¹ y Álvarez Román Karina Eileen²¹ Sección de Demografía, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística

Correo Electrónico: maaar@todito.com

² Posgrado de Geografía, F.E.L, UNAM

En este trabajo se presenta la comparación del comportamiento de las variables de temperatura media, máxima y mínima, así como de horas de insolación mensual, registrada en los observatorios meteorológicos de Mazatlán, Sin, Manzanillo, Col, Acapulco, Gro, y Pto Ángel, Oax., durante la primavera de 2002 hasta el invierno de 2003. En este periodo, se desarrolló el fenómeno de "El Niño" más reciente y a través de los resúmenes mensuales de observatorios que concentra el Servicio Meteorológico Nacional, se realizó la comparación de las variables anteriormente señaladas, con el propósito de destacar variaciones por la posible influencia del episodio cálido.

Las temperaturas máximas mensuales registradas durante el verano de 2002, tuvieron un comportamiento muy similar en todos los observatorios. Acapulco registró la temperatura mayor y fue de 36°C.

La temperaturas mínimas presentaron cierta variación durante la primavera de 2002, aunque Acapulco y Pto. Ángel por estar localizados a menor latitud con relación a la ubicación de Manzanillo y Mazatlán, registraron una temperatura mayor. Durante el verano fue muy similar el comportamiento, pero en septiembre Acapulco presentó un registro menor al resto de los observatorios. Al entrar el invierno, se observó un descenso de la temperatura de todos los sitios considerados.

A partir de mayo y hasta septiembre el observatorio de Mazatlán, alcanzó el mayor número de horas de insolación; en cambio, Acapulco y Pto. Ángel superaron al resto después de octubre. Manzanillo, en general tuvo el menor número de horas de insolación en el periodo considerado.

CAC-9

UNA BASE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL EN MALLAS PARA LA REGIÓN DE MÉXICO, CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Correo Electrónico: matias@macuca.atmosfci.unam.mx

Tradicionalmente el estudio de las lluvias y su variabilidad se realiza considerando regiones cuya información viene de estaciones meteorológicas. Sin embargo, el pasar los datos de cientos o miles de estaciones a arreglos matriciales (mallas regulares) facilita el procesamiento estadístico de esta información. Para utilizar información de estaciones en la construcción de mallas es necesario un análisis de calidad de los datos. En el caso de la precipitación no

se pueden eliminar valores solo por su orden de magnitud, se requiere considerar el tamaño de las anomalías y su influencia en diferentes radios.

El presente análisis utiliza información de bases de datos de México, de la red de estaciones de Estados Unidos e información de Centroamérica, el Caribe así como de Colombia y Venezuela, correspondiente a valores de precipitación acumulada mensualmente. Basados en la correlación entre estaciones dentro de un círculo de radio de 100 km, se analizan los reportes de valores muy altos o muy bajos para establecer si estos realmente ocurrieron. De esta forma se mantienen los eventos climatológicos extremos en lugar de eliminarlos por su valor. Mediante un esquema de interpolación óptima de Cressman la información ya procesada se generan mallas de lluvia mensual que pueden ser utilizadas para diagnósticos climáticos de sequía o exceso de lluvia. Los campos generados con esta base de datos son comparados con análisis similares.

CAC-10

DATOS METEOROLÓGICOS EN MÉXICO DISPONIBLES A TIEMPO REAL

Oropeza Rosales Fernando

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo Electrónico: foropeza@tlaloc.imta.mx

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) cuenta actualmente con 74 Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA'S) instaladas y operando en el país, durante 2003 se pretende incrementar este número a 84. Esta red inició su operación en 1999, con 20 estaciones, para el año 2000 se incrementó a 60 y para finales de 2002 se alcanzó el número actual.

Durante el año 2000, el SMN solicitó al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) que estudiara e hiciera una recomendación al respecto del problema de almacenamiento de los datos y la publicación de los mismos en tiempo real. Más tarde, durante 2002, el SMN solicitó al IMTA la implementación de dicha recomendación.

Las EMA'S producen valores representativos, en intervalos de diez minutos de las siguientes variables: temperatura, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, celeridad y dirección del viento sostenido, celeridad y dirección del viento en ráfaga y precipitación pluvial.

La operación de las EMA'S se realiza bajo el siguiente esquema de tiempo:

- Cada minuto se obtiene una muestra de las mediciones de cada instrumento, se suma a la variable que contiene el acumulado correspondiente y se actualiza el valor promedio (o acumulado) hasta el momento.
- Cada diez minutos se forma un renglón del mensaje a transmitir con las nueve variables medidas y se envía a la memoria de transmisión.
- Cada tres horas se transmite, vía satélite, un mensaje con los 18 renglones representativos de cada diez minutos.

En este proyecto se implementó un sistema para guardar en forma ordenada los datos de las estaciones conforme éstos son transmitidos vía satélite a una central de acopio, se aplican las curvas

de calibración correspondientes a cada sensor, se generan tres tipos distintos de gráficas y sus respectivos archivos de datos y se publican en la página de Internet del SMN en tiempo real.

Las gráficas y sus archivos de datos se generan en tres niveles diferentes de duración/resolución para todas las variables medidas:

- Gráficas que cubren las últimas 24 horas con datos cada diez minutos.
- Gráficas que cubren los últimos siete días con datos cada hora.
- Gráficas que cubren los últimos noventa días con datos cada día.

Para el segundo y tercer tipo de gráfica las variables escalares son promediadas aritméticamente en los intervalos de interés, en el caso de la precipitación se presentan los acumulados; para el caso de dirección y velocidad del viento sostenido, se presenta la descomposición del vector resultante en dirección y magnitud; en el caso de viento en ráfaga, los valores que se presentan son los máximos en la magnitud para cada intervalo y su respectiva dirección asociada.

La página de internet en donde estos datos pueden ser consultados es: <http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/emas.html>

CAC-11

UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PRONÓSTICO NUMÉRICO

Pérez Fernández Joel Bernardo y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: joelb@atmosfera.unam.mx

La evaluación de pronósticos del tiempo en centros de meteorológicos operativos es un elemento esencial, ya que de la confianza que se tenga en las predicciones dependerá el uso que se haga de la información. En México sin embargo, poco se ha hecho para evaluar predicciones sistemáticamente por lo que resulta necesario desarrollar esquemas que reflejen lo complejo que resulta pronosticar el tiempo. En el presente trabajo se evalúan parámetros meteorológicos como la temperatura, el viento, pero se pone especial énfasis en la precipitación. Para ello se considera la calidad de un pronóstico si este determina ocurrencia de lluvia, cantidad dentro de un rango, y ocurrencia de eventos extremos. Se evalúan pronósticos numéricos hechos en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM para el periodo 2000-2002 usando en modelo MM5. El análisis de los resultados permite determinar algunas de las formas en que la precipitación en el Valle de México varía.

CAC-12

VERIFICACIÓN PRELIMINAR DE LOS PRONÓSTICOS ESTACIONALES: EL CASO DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Montesinos Silva Genaro
Cuerpo Académico de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas,
Universidad de Guanajuato
Correo Electrónico: genaros@dulcinea.ugto.mx

A partir del 2002, se han realizado cuatro foros de predicción climática en nuestro país, cuyos resultados se han hecho públicos principalmente a través de la red. En el último de ellos, se manifestó la necesidad de efectuar la validación de su desempeño, en donde la

consideración del tipo de pronóstico emitido, es el elemento básico para un adecuado proceso de verificación; ahí mismo se planteó la necesidad de valorar el impacto socioeconómico de las predicciones, para lo cual una referencia obligada es lo establecido hace 30 años por la Organización Meteorológica Mundial, de que el beneficio económico que reporta el uso de los servicios meteorológicos posee un valor aproximado de 20/1 en la relación beneficio/costo, para prácticamente todos los campos de la actividad humana. Como un ejemplo claro de lo anterior, se encuentra el hecho de que en 1997, el pronóstico de una condición "El Niño" llevó a los administradores de la presa Roosevelt en Arizona al ahorro de casi un millón de dólares al manejar adecuadamente el agua de las vertientes de la presa, según lo consignan Magaña y Méndez (2002).

Considerando lo anterior, se realizó este trabajo con la intención de desarrollar una comprobación inicial de los pronósticos estacionales del 2002 y 2003 para el Estado de Guanajuato, relacionándolos fundamentalmente con la producción agrícola, una de las principales actividades en la entidad.

El impacto económico que el pronóstico habría tenido en el 2002, se puede valorar cuando se considera que en 500 000 has de cultivos de temporal, se tuvo un daño en el 40% debido al retraso de hasta un mes del inicio de las lluvias, uno de los principales rasgos que se anunciaron en el pronóstico de ese año, que por lo visto o no fue conocido o no fue atendido.

En el 2003, el impacto económico ponderable, estaría en la cuantificación de los daños causados por las inundaciones de terrenos agrícolas y asentamientos humanos en varias localidades del estado, debido a la coincidencia del trasvase de las aguas de la Presa Solís al Lago de Chapala, con las intensas y prolongadas lluvias que se presentaron al inicio de la presente estación de lluvias, cuya predicción aunque pertenece al ámbito del pronóstico a corto tiempo, bien pudo ser prevista, ya que el pronóstico estacional señalaba que la estación lluviosa de junio a septiembre ocurriría de manera normal o por arriba de lo normal en la región.

CAC-13

ESTUDIO DEL USO POTENCIAL DE UN MODELO CLIMÁTICO DE CIRCULACIÓN GLOBAL PARA DIAGNÓSTICAR Y PRONÓSTICAR EL CLIMA

Pérez López José Luis¹, Montero Martínez Martín¹ y Magaña Rueda Víctor²

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Correo Electrónico: jolperez@tlaloc.imta.mx

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Desde la década de 1950 se han desarrollado los Modelos Climáticos de Circulación General, basados en las ecuaciones primitivas de la dinámica atmosférica. El nivel de complejidad de dichos modelos está en función de la simulación del número de procesos y de las interacciones entre cada uno de los componentes del sistema climático. Estos modelos pueden servir para hacer diagnósticos y pronósticos a nivel regional, aunque con una resolución relativamente baja de 250 a 50 km aproximadamente. El objetivo de este trabajo es mostrar los problemas que existen al usar un Modelo Climático de Circulación General como herramienta de diagnóstico y pronóstico del clima regional.

El método consiste en la evaluación e intercomparación de las simulaciones climáticas de 10 años generadas por el CCM3 (Modelo Climático de la Comunidad versión 3, NCAR) y el clima observado,

ejecutando una corrida de control que usa las Temperaturas de la superficie del Mar (TSM) climatológicas y una corrida donde se usan las TSM observadas. Los resultados muestran que los diagnósticos de lluvia y temperatura en superficie simulados en la región de México son más cercanos a los observados, cuando se le dá al modelo las TSM observadas como condiciones de frontera.

El procedimiento seguido provee al modelo de la aparición de forzamientos asociados a las interacciones entre la atmósfera y la superficie que dependen de la distribución de la energía térmica y del calor latente en el espacio y el tiempo, que por sí mismo no es capaz de hacer. Así es como el modelo puede integrar las variaciones medias en la circulación tanto atmosférica y del océano que son inducidas por la acción de forzantes térmicos tales como El Niño.

CAC-14

PREDICCIÓN ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA ASOCIADA CON LA OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO

Mendoza C. Víctor, Oda Noda Berta y Adem Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: victor@atmosfera.unam.mx

Se utiliza un modelo termodinámica del clima para realizar pronósticos estacionales de la temperatura del aire en superficie y precipitación en el Hemisferio Norte, con especial énfasis en la República Mexicana.

El modelo utiliza como forzamiento las anomalías de la temperatura de la superficie del mar cuyo patrón corresponde a las fases cálida y fría de la llamada oscilación decadal del Pacífico (ODP).

Para el caso del verano y en la fase cálida de la ODP el modelo pronostica una situación de sequía en la República Mexicana; es decir, temperaturas por arriba y precipitaciones por debajo de sus correspondientes valores normales. En cambio, en la fase fría de la ODP el modelo pronostica un verano con temperaturas por abajo y precipitaciones por arriba de sus correspondientes valores normales.

Estos resultados están de acuerdo con las observaciones, principalmente cuando la fase cálida de la ODP es intensificada por la presencia de El Niño.

CAC-15

DISTRIBUTION SEASONAL OF THE PRECIPITATION TO INFLUENCE BY THE GLOBAL OR ANTHROPOGENIC CHANGES

González Sosa Enrique
Universidad Autónoma de Querétaro
Correo Electrónico: egs@uaq.mx

Currently the distribution seasonal of the precipitation has been modified in the space and the time. These changes can be given by the influence of El Niño- Southern Oscillation (ENSO) or by events regional caused by human activities. In this work are presented the first results of analysis the Station of Queretaro with eighty years of records the precipitation and air temperature. The station is situated in the central zone of the Mexican Republic in 1800 m of altitude. The central region generally is influenced by the winds of the Gulf of Mexico as Coast of Pacific. The precipitations occurrence are the

convective origin to be in the inside the corridor formed by the two mountain chains, sierra Madre Oriental and Sierra Madre Occidental. The mean annual of the precipitation is 550 mm and mean air temperature is 19°C. The last decades the mean annual of thirty years of precipitation showed a reduction of the 60 mm. This reduction could be caused by the effects of ENSO or by anthropogenic changes. Also the modeling results showed that can be attaining a critic drought period of the five year 2005 to 2020. These results evidenced the importance to know the changes deeply in the seasonal patterns of precipitation and if these are influenced by ENSO or regional changes.

CAC-16

CICLOS PALEOCLIMÁTICOS, ROMPIMIENTO ANTROPÓGENOS Y CALENTAMIENTO GLOBAL

Garduño López René¹, Cruz Pastrana Daniela² y Tejeda Martínez Adalberto³

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: rene@atmosfera.unam.mx

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³ Universidad Veracruzana

El Barreno glacial de Vostok, que abarca 420 mil años, registra las concentraciones atmosféricas de CO₂ y CH₄, y la temperatura ambiente. Estas tres curvas presentan una correlación y una ciclicidad notables. Tienen cuatro oscilaciones con El Barreno glacial de Vostok, que abarca 420 mil años, registra las concentraciones atmosféricas de CO₂ y CH₄, y la temperatura ambiente. Estas tres curvas presentan una correlación y una ciclicidad notables. Tienen cuatro oscilaciones con ~ 100 mil años de período y amplitudes también regulares, el CO₂ varía entre ~ 180 y 280 ppmv y el CH₄ entre ~ 0.35 y 0.75 ppmv. Este patrón representa un metabolismo del planeta, un sistema bio-geo-físico-químico altamente complejo y autocontrolado. Las emisiones antropógenas de gases de invernadero, disparadas a partir de la Revolución Industrial, han rebasado ampliamente los límites superiores de CO₂ y CH₄, teniendo ahora concentraciones atmosféricas de 372 y 1.78 ppmv, respectivamente. Hicimos una correlación estadística entre la temperatura y el CO₂, y se extrapola el efecto de la nueva concentración; para el incremento de temperatura en los próximos cien años estimamos un valor que cae en el rango previsto por el IPCC.

CAC-17

VULNERABILIDAD DE LOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS EN MÉXICO Y EN ARGENTINA A LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS Y ECONÓMICAS: DOS ESTUDIOS DE CASO

Conde Álvarez Cecilia¹, Vinocur Marta² y Seiler Roberto²

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: conde@servidor.unam.mx

² Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto

En este trabajo se analizan posibles indicadores que permitan evaluar la vulnerabilidad de los productores agrícolas para dos regiones específicas en México y Argentina. Se asume que este sector es afectado no sólo por un proceso de cambios en el clima a nivel global sino también por un proceso de cambios en las condiciones económicas que determinan su productividad. Es ésta particular doble exposición la que determina su vulnerabilidad y la que motiva este estudio.

Para el primer aspecto, se analizan las condiciones climáticas y la variabilidad que se han dado en las regiones en estudio. Específicamente, se describen las condiciones climáticas extremas que afectan a los cultivos, identificando los rangos de temperatura y precipitación que representan riesgos para la producción agrícola. Estos rangos permiten definir cuáles son los posibles cambios en el clima que han impactado negativamente en la producción, incidiendo en su vulnerabilidad a los eventos climáticos (espacios de riesgo).

Para el segundo aspecto, se analizan las condiciones económicas que han afectado a la producción agrícola en ambos sitios de estudio. Principalmente, se considera que el menor acceso a recursos y los consecuentes cambios en la productividad son elementos para caracterizar este aspecto de la vulnerabilidad del sector.

Finalmente, se discute cómo estas dos fuentes de riesgo, al actuar conjuntamente, están incrementando la vulnerabilidad del sector agrícola y se mencionan algunas de las medidas que han adoptado los productores para hacer frente a esta doble exposición.

CAC-18

IMPACTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y DE LAS CONDICIONES ECONÓMICAS EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN LA REGIÓN CENTRO DE VERACRUZ

Gay García Carlos, Conde Álvarez Cecilia, Estrada Porrúa Francisco y Eakin Shepard Hallie
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: cgay@servidor.unam.mx

En este trabajo se discuten las tendencias en el clima y la variabilidad climática en una de las regiones más importantes para la producción de café en el país: la región centro de Veracruz, cuya altura y condiciones climáticas son benéficas para esta producción. Sin embargo, las tendencias en la temperatura y la precipitación muestran la posibilidad de que la incidencia de eventos extremos se esté incrementando (heladas, ondas de calor, déficit en la precipitación e inundaciones, por ejemplo), por lo que esta variabilidad puede poner en riesgo la producción de café.

Si bien no se sabe cómo será esta variabilidad en condiciones de cambio climático, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés) considera que es muy probable que algunos de los eventos extremos más negativos para la agricultura sean más frecuentes y/o duraderos en el futuro. Así, los impactos actuales pueden considerarse como una visión de la vulnerabilidad futura de este cultivo bajo un escenario con una variabilidad incrementada.

Por otra parte, otra fuente de riesgo en la producción cafetalera son los efectos de las variaciones en variables económicas tales como los precios reales del café y el salario mínimo real.

Finalmente, en este trabajo se muestra la influencia de las dos fuentes de riesgo citadas mediante ecuaciones de regresión que involucran tanto a las variables climáticas como a las económicas que son determinantes en la producción de café, y se discuten los posibles impactos futuros de continuar con las tendencias y condiciones citadas.

CAC-19

IMPACTOS DE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE TEMPORAL

Conde Álvarez Cecilia y Ferrer Perdomo Rosa María
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: conde@servidor.unam.mx

Se analizan en este trabajo las diferencias que pueden existir entre los impactos en la producción de maíz de temporal producto de la variabilidad climática, y los impactos simulados bajo condiciones de cambio climático.

Mediante un modelo de simulación agrícola, se evalúan los decrementos en la producción durante eventos fuertes de El Niño en los últimos 40 años. Se utilizan las anomalías históricas de precipitación y temperatura estacionales (espacios de riesgo climático), para caracterizar a este evento en la región de estudio (Tlaxcala). Se concluye que durante los años de fuertes eventos El Niño los requerimientos climáticos para la óptima producción de maíz no son alcanzados.

Los resultados anteriores se comparan con los posibles impactos en esta producción bajo dos escenarios de cambio climático y para los años 2050 y 2100. Se utilizan las salidas de dos modelos de circulación general, para dos posibles escenarios socioeconómicos futuros: el escenario A1, dado por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) que considera un rápido crecimiento económico futuro, en donde los mecanismos de mercado dominan la economía, y el escenario B2, en donde se supone que el crecimiento poblacional y el cambio tecnológico serán menores que en el escenario anterior. Para estos escenarios de cambio climático, se simula también el crecimiento de este cultivo y se obtienen los rendimientos respectivos.

Se concluye que para analizar la vulnerabilidad futura de la producción de maíz es necesario considerar también una posible variación en los eventos climáticos extremos, además de los cambios en las condiciones climáticas medias.

CAC-20

LAS ONDAS DE CALOR EN EL NORTE DE MEXICO

Jáuregui Ostos Ernesto
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: ejos@atmosfera.unam.mx

El clima del norte del país se caracteriza por su aridez y en consecuencia por los extremos de temperatura. Durante el verano se presentan las ondas de calor. El impacto de las ondas de calor sobre la creciente población (de 16.7 millones en 1990 a 18.3 millones en 2000 en la región fronteriza) se acentúa por el efecto de la isla de calor urbana sobre todo en los grupos de gente mayor y en los infantes. Otro grupo de riesgo son los migrantes: por falta de adaptación sufren de insolación y mueren en su intento por cruzar la frontera a campo abierto en el desierto. Solo un grupo limitado de la población en dichos climas áridos tiene acceso al aire acondicionado. En este trabajo se utilizan registros de temperatura máxima y humedad relativa en los meses de verano periodo 1950-90 para caracterizar el ambiente higrótérmico en algunas ciudades medias y grandes del norte de México. Se utiliza el llamado índice de calor para determinar el

correspondiente impacto propuesto por NOAA (<http://weather.masa.gov/hwave.html>) así como la temperatura aparente. Los mapas de temperaturas máximas extremas superiores a 30°C-35°C prevalecen en el área de estudio en julio. En particular en el delta del río Colorado donde la temperatura puede alcanzar 55°C en junio / julio. La humedad del aire en estos eventos es relativamente baja (25 a 35%) contribuyendo a mitigar el impacto de la carga de calor al permitir la libre sudoración. Las ondas de calor tienen una frecuencia de uno a dos eventos por mes culminando generalmente en julio. En algunas ciudades del área de estudio el número de días/mes con temperaturas > 37°C muestra una tendencia positiva. Es posible que esto sea atribuible en parte a la creciente urbanización así como el cambio global del clima. En un ambiente atmosférico cada vez más cálido se espera que las ondas de calor sean cada vez más frecuentes y mas severas (IPCC, 2001). De cumplirse este escenario un creciente número de la población del norte de México sufrirá el impacto adverso de estos fenómenos.

Palabras clave: onda de calor, insolación.

CAC-21

FRECUENCIA DE ERRORES EN EL COCIENTE DE BOWEN SOBRE SUPERFICIES SATURADAS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA DE LAS ZONAS SEMIÁRIDAS

Sánchez Carrillo Salvador, Garatuza Payán Jaime, Sánchez Andrés Raquel y Barajas Villalba Manuel
 Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora
 Correo Electrónico: sscarril@itson.mx

Las estimaciones de evaporación en hidrosistemas están sujetas a numerosos errores relacionados con su precisión y representatividad. Si bien el método del balance de energía-cociente de Bowen (BREB) es uno de los más precisos y utilizados para estimar la partición de energía disponible entre calor sensible y latente, su precisión depende de la exactitud del cociente de Bowen (β), el cual está sometido a una considerable incertidumbre. Si la advección es despreciable, se ha demostrado que el BREB es útil para estimar la partición de flujos debidos a la evaporación relacionados con los gradientes de temperatura y presión de vapor, pero, ¿cómo es posible determinar la utilidad en condiciones de extrema variabilidad hidrológica?

Numerosos autores han evaluado los errores introducidos por el BREB y han desarrollado métodos analíticos para definir el rango de β que produce cálculos de flujos de calor latente y sensible inaceptables. A pesar de que existe información sobre las causas y situaciones en las que el BREB genera errores, esta no completa el rango necesario para establecer criterios de rechazo o aceptación de los datos de β , principalmente en zonas de clima semiárido donde las posibilidades de advección son variables en el tiempo y el espacio.

Este estudio presenta los resultados obtenidos con el sistema BREB en un embalse del NW de México sujeto a una elevada tasa de descenso del nivel de agua (8 ± 4 cm diarios) en dos condiciones de advección diferentes: sobre una isla situada en el centro del embalse y sobre el agua. Aunque en el ensayo sobre el agua puede esperarse menor advección y mayor fetch, el descenso del nivel provocó el efecto contrario. A la frecuencia de dirección de viento dominante (SW) en ambos casos le correspondió un fetch máximo de 2,815.30 m en el primer ensayo, con una tasa de reducción promedio de 121.22 ± 67.38 m por cada metro de descenso del nivel, y de

197.20 m con una tasa de reducción de 9.80 ± 0.28 m en el segundo. Descartando los registros de valores inferiores al límite de resolución de los sensores, se identificaron 5 tipos de error de β relacionados con la reducción de la energía disponible durante la noche. El error más frecuente en ambas condiciones fue valores de $\beta > -1$ cuando la energía disponible fue negativa y el gradiente de presión de vapor positiva (18.6% del total de casos) que se asoció con la noche (94% durante 18-6 hrs) y con el mínimo fetch en el ensayo sobre el agua (dirección dominante del viento 181-225°=36%). Los restantes errores aparecieron durante el amanecer asociados a vientos de dirección NW-NE, donde el fetch se redujo hasta 1,500 m en el primer ensayo y hasta 550 m en el segundo por un incremento del área emergente. Los errores del tipo $R_n - \Delta S < 0$, $\Delta e < 0$ y $\beta < -1$ asociados a pérdida de calor sensible desde el agua aparecieron aisladamente.

CAC-22

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA CURVA S PARA CALCULAR LA AVENIDA GENERADA POR UNA TORMENTA SEVERA

Castillo Ramirez Armando, Pereyra Díaz Domitilo, Bando Murrieta Uriel y Natividad Baizabal Miguel Angel
 Universidad Veracruzana
 Correo Electrónico: dpereyra@uv.mx

En este trabajo se presenta una aplicación del método de la curva S para calcular la avenida generada por una tormenta. Este método consiste en generar un hidrograma el cual es formado por la superposición de varios hidrogramas unitarios suficientes para llegar al gasto de equilibrio. El método se emplea para calcular hidrogramas asociados a duraciones de lluvia efectiva diferentes a aquella para la que se calculó originalmente el hidrograma unitario tradicional. El hidrograma unitario de una cuenca, para una duración dada, es una curva que representa la variación del escurrimiento en el tiempo; así mismo, hay que enfatizar que todo hidrograma unitario está necesariamente ligado a una duración en exceso o lluvia efectiva y que si no se conoce ésta, entonces el hidrograma unitario pierde completamente su significado. En este trabajo se calculó la avenida máxima probable que se pueda presentar en el río Tecolutla, a la altura de la estación hidrométrica El Remolino, Veracruz. Para realizar lo anterior se utilizó información pluviométrica de 24 estaciones localizadas dentro y alrededor de la cuenca del período 1974-1995. De este período se eligieron las 6 tormentas más desfavorables registradas en la cuenca considerando que el gasto máximo generado por éstas fuera mayor a 2,000 m³/s. Los hidrogramas de diseño se obtuvieron considerando las curvas de intensidad-duración-frecuencia, reportadas por Pereyra y Hernández (1987), para los períodos de retorno de 500 y 1,000 años, habiéndose encontrado que la avenida para un período de retorno de 500 años tendría un pico de 17,057 m³/s, y para 1,000 años 19,054 m³/s, mismo que desaparecería en unas cuantas horas debido a la alta densidad de drenaje de la cuenca y a la fuerte pendiente que tiene en su parte superior y media.

CAC-23

LIMITACIONES DEL PLUVIÓMETRO DE BALANCÍN PARA ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS LOCALES

Bando Murrieta Uriel y Pereyra Díaz Domitilo
Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: ubando@uv.mx

El pluviómetro de balancín con registrador digital representa hoy en día uno de los instrumentos más sofisticado que se usa en México para realizar mediciones de lluvia. Este instrumento es usado por su capacidad de almacenamiento de los registros, discretos, en forma instantánea. El pluviómetro consiste en un recipiente que tiene un cono de captación con un diámetro de 20.32 cm (8") y un sistema de balancín en su base que está formado por dos depósitos, cada depósito al llenarse se vacía por gravedad y su lugar es ocupado por el otro, este balanceo produce un cierre de switch que genera un pulso electrónico el cual es registrado y contabilizado en un dispositivo digital. Los depósitos se ajustan para una lámina de agua conocida. Estos pluviómetros registran comúnmente una lámina de 0.25 mm por evento (8.1073 mililitros) que representa 250 ml/m². Desde luego el sistema de medición del pluviómetro de balancín tiene ciertas limitaciones para tratar el análisis de tormentas; estas limitaciones inciden en la determinación de conceptos específicos como lluvia instantánea, evento tormenta, pulso inicial y final registrado, tiempo entre eventos tormenta, lámina total y duración del evento tormenta, así como también su error o incertidumbre y errores aleatorios o sistemáticos, los cuales se representan esquemáticamente en este estudio. Conocer estas limitaciones implicará la realización de mediciones correctas y propiciará una interpretación adecuada de los datos de precipitación. Lo anterior permitirá conocer el fenómeno estudiado como es el caso de las tormentas locales fuertes, moderas o débiles.

CAC-24

ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DE ESPECTROS DE GOTAS DE LLUVIA

Montero Martínez Guillermo y García García Fernando
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: gmontero@atmosfera.unam.mx

Los procesos de lluvia caliente son determinantes en el desarrollo de la precipitación en regiones tropicales, aunque también pueden jugar un papel importante en latitudes medias donde se considera que los procesos dominantes son los de lluvia fría. Por ejemplo, los modelos de colisión-coalescencia-rompimiento indican que las distribuciones por tamaños de gotas cambian con el tiempo y la distancia de caída a partir de la base de la nube, pues dichos espectros resultan de las condiciones microfísicas y dinámicas en las que se desarrolla la nube y de las interacciones de ésta con el ambiente. La amplia gama de aspectos acerca del origen y desarrollo de la precipitación que puede estudiarse mediante el análisis de las distribuciones por tamaños de gotas ha motivado el desarrollo de diversos instrumentos y técnicas para medir los tamaños de las partículas, destacando entre aquéllos los espectrómetros óptico-electrónicos. Este trabajo muestra resultados de mediciones de espectros de gotas de lluvia en superficie utilizando espectrómetros de arreglo óptico en dos diferentes modalidades de muestreo: plataformas fija y móvil. Se comparan las características de cada una de las metodologías utilizadas para la obtención de los datos y se

discute la importancia que reviste este tipo de estudios para la mejor comprensión de los mecanismos de desarrollo de precipitación en la Ciudad de México.

CAC-25

EFFECTOS DE PARTÍCULAS DE AEROSOL DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPÓGENO

García García Fernando¹, Montero Martínez Guillermo¹ y Hernández Carrillo Nohemí²

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Correo Electrónico: ffgg@atmosfera.unam.mx

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Los incendios forestales y la contaminación urbana son fuentes de emisiones de gases y aerosoles cuyos efectos en los procesos de precipitación empiezan a ser entendidos y cuantificados. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio acerca de dichos efectos en la evolución de lluvia caliente mediante la utilización de un modelo numérico unidimensional con microfísica detallada. El modelo simula el crecimiento de una población de gotitas partir de la activación de un espectro de núcleos de condensación de nube (CCN) durante el ascenso adiabático de una parcela cerrada, y representa simultáneamente los procesos de activación, condensación y colisión-coalescencia. Los cálculos incluyen simulaciones de escenarios con y sin contaminación, utilizando diferentes esquemas de parametrización de los espectros de CCN, inferidos a su vez a partir de distribuciones de aerosol obtenidas en regiones tropicales. Las comparaciones entre los resultados de los diferentes escenarios permiten estimar los efectos en la iniciación, evolución y desarrollo de lluvia caliente debidos a la modificación del espectro de CCN. Se puede concluir de manera general que, para el caso de nubes que se desarrollan en aire contaminado, existe un incremento en la concentración de las gotitas más pequeñas, lo que retarda el proceso de coalescencia y, en consecuencia, la producción de lluvia caliente puede suprimirse. Sin embargo, pequeñas diferencias tanto en la concentración de contaminantes como en las condiciones meteorológicas pueden resultar en diferentes características de la precipitación en la base de la nube.

CAC-26

ANÁLISIS DE OZONO TROPOSFÉRICO, UNA REVISIÓN DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Sánchez Gómez Rubén¹ y Nájera Cedillo M. Cecilia²

¹ Depto. de Matemáticas, CUCEI, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: rsanchez@ccip.udg.mx

² Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara

En la última década, el análisis estadístico de la concentración de ozono urbano en ciudades grandes, ha sido de gran interés. En la literatura científica, se han presentado una serie de trabajos cuyo objetivo es modelar el comportamiento de distintas magnitudes registradas de ozono, es decir, concentración máxima, excedencias sobre un umbral fijo, número de excesos por unidad de tiempo, estudios de tendencia en el tiempo, modelando estacionalidad y dependencia temporal.

Se han utilizado una amplia gama de métodos estadísticos para el ajuste meteorológico de ozono troposférico, con el propósito de pronosticar, estimar tendencias temporales o investigar algunos mecanismos desde una enfoque empírico. Estos métodos se pueden clasificar en una perspectiva amplia como: métodos de regresión, métodos de valor extremo y métodos espacio-temporales.

En este trabajo se presenta una revisión crítica de estos métodos utilizados, poniendo atención especial en el conjunto de datos meteorológicos y de concentraciones de ozono considerados en el modelo, y como se utilizan para el análisis estadístico. De este resumen se concluye que un cierto número de aproximaciones hechas, son contribuciones útiles en este campo, pero que no hay un método apropiado para todos los propósitos y todos los escenarios meteorológicos.

CAC-27 CARTEL

EFFECTO DE UN VÓRTICE CICLÓNICO SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL GOLFO DE MÉXICO

Villanueva Urrutia Elba E., Mendoza C. Víctor y Adem Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Correo Electrónico: eevu@atmosfera.unam.mx

Se utiliza un modelo termodinámico de la capa de mezcla del Golfo de México para determinar el efecto que sobre la temperatura de la superficie tiene un vórtice ciclónico.

El modelo incluye dos ecuaciones: la ecuación de conservación de energía térmica y una ecuación de balance entre energía mecánica y energía térmica para la capa de mezcla basada en la teoría de Kraus y Turner.

Se prescribe un vórtice ciclónico de 100 km de radio de vientos máximos de 130 km/h.

Los resultados muestran que un vórtice ciclónico con tales características tiene un efecto importante sobre los flujos de calor sensible y latente, así como sobre la penetración de agua fría desde la termoclina causando enfriamientos del orden de 3°C en la superficie del mar.

CAC-28 CARTEL

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DIURNA Y ESTACIONAL DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN ISLA GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA

Castro Valdez Ruben¹, Sanchez Barba Alejandro², Mascarenhas Affonso², Durazo Arvizu Reginaldo¹ y Gil Silva Eduardo²

¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC

Correo Electrónico: rubenc@uabc.mx

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

Observaciones de datos meteorológicos horarios, entre abril de 2000 y mayo de 2003, de una estación autónoma ubicada en la parte sur de Isla Guadalupe (IG), Baja California (BC), son utilizadas para describir los patrones diarios y estacionales de los vientos, presión atmosférica, temperatura y humedad relativa. La IG se localiza en el municipio de Ensenada, BC, a ~270 km mar adentro en el Océano Pacífico en la región sur del Sistema de la Corriente de California. Se encontró que en la mayor parte del año, la dirección dominante de los vientos es del noroeste (~319°), cuyas componentes de velocidad en promedio son: del oeste -3.5 ± 2.6 m/s y del norte 4.04 ± 2.6 m/s para todo el período. Los promedios mensuales de la magnitud del viento muestran una señal estacional definida, con los valores más altos entre abril-julio y los mínimos entre diciembre-enero, aunque en el invierno se presentan eventos de alta intensidad. Se calcularon espectros de energía para la magnitud del viento, el cual presenta los

picos de mayor intensidad entre 7 y 12 días, correspondientes a eventos sinópticos de gran escala, así como de picos importantes en las bandas diurna y semidiurna pero de menor energía. El espectro de energía de la presión atmosférica presentó un patrón similar al viento, pero se detectaron además picos entre 4-8 horas. Días típicos para cada estación del año de la dirección del viento no muestran un cambio de dirección definido como un sistema de brisas tierra-mar, sin embargo, hay cambios notables entre la variación del día y la noche. La humedad relativa (temperatura) presenta los valores máximos (mínimos) en el periodo de las 20:00 a las 9:00 horas con ~78-85% (~13-16°C) y los mínimos (máximos) alrededor de las 14:00-15:00 horas con ~68% (~17-21°C), dependiendo de la estación del año. Se observó la presencia de masas continentales las cuales coinciden con eventos de la condición climática Santa Ana en los periodos de Dic'00, Sep'00, Ene'01, Dic'01, Feb'02, Nov'02, Feb'03, lo cual se detectó principalmente en la disminución de la humedad relativa, el incremento en la temperatura del aire y en los cambios de dirección del viento.

CAC-29 CARTEL

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN RADIÓMETRO NETO

Zapién López Adolfo, Mora González Ignacio y Tejeda Martínez Adalberto

Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: fcordoba@uv.mx

En meteorología se le llama radiación neta sobre una superficie –o simplemente radiación neta (Q^*)– al remanente radiativo que alimenta los procesos (bio)físicos en la interfase superficie-atmósfera. Se puede escribir como $Q^* = \downarrow RS - \uparrow RS + \downarrow L - \uparrow L$, donde $\downarrow RS$ y $\uparrow RS$ son respectivamente la radiación de onda corta incidente y reflejada, y $\downarrow L$ y $\uparrow L$ representan la radiación de onda larga incidente y emitida desde la superficie. Para medirla se usa el radiómetro neto, que consiste en dos sensores acoplados, uno orientado hacia arriba (para medir la suma $\downarrow RS + \downarrow L$) y otro hacia abajo ($-\downarrow RS - \uparrow L$). En el mercado existen diversos modelos y tipos.

Se mostrará el diseño y la evaluación de un radiómetro neto construido por el primer autor de esta ponencia, mediante el uso de dos termistores (de $10\text{ k}\Omega \pm 1\%$ a 25°C, con un tiempo de respuesta de 30 segundos) como elementos transductores. Las temperaturas sensadas corresponden a placas circulares de cobre (de 0.1 mm de espesor y 30 mm de diámetro) pintadas de negro mate, una expuesta hacia arriba y otra hacia abajo.

Los radiómetros netos suelen proteger ambos sensores (superior e inferior) con domos de poliuretano calibrados en cuanto a su transparencia a la radiación solar y terrestre. En este caso, se usaron moldes de gelatina de acceso en el mercado.

El instrumento fue calibrado contra un radiómetro neto del Instituto de Geofísica de la UNAM cuyo porcentaje de error es menor al 2%. La radiación neta, entonces se puede obtener como una función cúbica del voltaje, con una incertidumbre de $\pm 13.6\text{ W m}^{-2}$.

Finalmente se discuten las características del circuito eléctrico, y se reconoce la necesidad de mejorarlo, con el fin de acoplarlo a un sistema automático de adquisición de datos (data logger), para su aplicación en estaciones de registro permanente.

Sesión

Educación en Geociencias

Lunes 3

SALA "A"

EDU-1

EL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA GEOFÍSICA DE LA BUAP

González Pomposo Guillermo Jorge, Pérez Soto Antonio, García Pérez Frank y Prieto Santa Anna Elizabeth
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Correo Electrónico: gugonzal@siu.buap.mx

La Facultad de Ingeniería de la BUAP propuso la apertura de la carrera en Ingeniería Geofísica, de suma importancia para la solución de los problemas geológicos y geofísicos en la región del estado de Puebla, como son: la escasez de agua potable, el peligro sísmico y la explotación de los recursos naturales en la búsqueda y exploración de yacimientos de Onix y Mármol en el centro del estado. Al este del estado se encuentra la zona geotérmica de Los Humeros que plantea la necesidad de estudios geofísicos diversos para la cuantificación de fuentes alternativas de energía, así como de la expansión en la exploración de yacimientos de petróleo, problema que no compete solamente al estado de Puebla sino también a toda la región del sureste de la República Mexicana.

El estado de Puebla se encuentra dentro de una zona sísmicamente activa, como lo muestran los eventos del 28 de Agosto 1973, 24 de junio de 1980 y 15 de julio de 1999. El 80% de los temblores registrados en los últimos diez años en la región se localiza al sur del estado nos permite suponer la necesidad de estudios geofísicos para la localización de estructuras geológicamente activas que determinen el riesgo sísmico. La caracterización de los diferentes tipos de suelos que existen debe ser realizada por métodos geofísicos,

La propuesta del Plan de Estudios presentó los Objetivos del Programa, Perfil de Ingreso y Egreso, contenido de programas de cada una de las materias y Mapa curricular, precisados con base en las recomendaciones de la Comisión de Evaluación Curricular de la BUAP. Además fueron tomados en cuenta los criterios de los CIIES para una futura certificación. La primera generación ingresó en el año 2001 con 36 alumnos; de los cuales permanecen 23 (deserción 36%), a la segunda generación ingresaron 42 alumnos; de los cuales 35 permanecen (deserción 17%), actualmente ha ingresado la tercera generación del Colegio 50 alumnos esto hace un total de 128 alumnos.

El mapa curricular consta de 64 materias, 25 del nivel básico con 161 créditos y 39 del nivel formativo con 265 créditos para un total de 426 créditos. Se dividen en 8 áreas específicas: Tronco común de Ingenierías con 14 materias, Tronco común universitario con 7 materias, Geología con 15 materias, Exploración con 13 materias, Económico-Administrativa con 3 materias, Matemáticas en Geofísica con 4 materias, Sismología con 4 materias y Seminarios con 2 materias.

Cuando los alumnos obtengan el 70% de sus créditos totales, pueden iniciar con su servicio social de 480 horas en dependencias gubernamentales o privadas, lo que le permitirá adquirir experiencia profesional y facilitar la inserción del egresado en el campo laboral.

Se cuenta con dos formas de Titulación: Automática, que se logra con un promedio de 8.5 y sin tener ningún recurso y la Titulación vía Examen Recepcional mediante la presentación de Tesis.

EDU-2

EL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE TUTORÍAS COMO UNA ESTRATEGIA PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA EN LA CARRERA DE GEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Grijalva Noriega Francisco Javier
Universidad de Sonora
Correo Electrónico: grijalva.geologia.uson.mx

Las nuevas políticas nacionales de educación superior están enfocadas hacia una atención personalizada del estudiante, por lo que la Universidad de Sonora ha implementado el Programa Institucional de Tutorías (PIT) con el objetivo de ofrecerle una educación integral y de calidad. Apoyado por la infraestructura institucional y una serie de programas satélite, el PIT inicia durante el semestre 2002-2 con los alumnos de nuevo ingreso. Esta implementación a nivel institucional ha generado un impacto directo sobre la práctica docente en la carrera de geología viéndonos en la necesidad de reorientar nuestras estrategias de enseñanza, evaluación y capacitación.

Ha sido necesario ver el aprovechamiento del estudiante desde el punto de vista cognitivo y metacognitivo, con el fin de que en el aula podamos crear los escenarios para que el estudiante explote al máximo sus estrategias de aprendizaje. En primera instancia, los programas de las materias han sido reevaluados desde esta perspectiva, procurando fomentar el autoaprendizaje y el uso de nuevas tecnologías, mediado siempre por el tutor. En el último año, esto ha incidido directamente para que el índice de reprobación en las materias de la carrera se tenga en 18% y el índice de deserción este por debajo de la media institucional con 24%

El plan de estudios de la carrera de Geología, el cual se centra básicamente en la formación dentro de la cartografía y geología económica, está siendo reestructurado bajo un nuevo modelo curricular, donde se pretende que éste sea más flexible y acorde a los nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje. En el nuevo plan, 319 créditos de materias obligatorias darán al estudiante la formación básica en geología, y un total de 52 créditos serán cursados de varios bloques de materias optativas que integran las áreas tradicionales y otras emergentes (hidrogeología, desastres naturales). En este caso, el PIT tendrá una responsabilidad directa en la formación de los estudiantes, toda vez que será el tutor y el estudiante quienes decidan las áreas terminales, al momento de definir las materias optativas.

Estamos convencidos que la implementación del nuevo plan de estudios y el seguimiento de los estudiantes por medio del PIT, asegurarán la calidad de nuestros egresados.

EDU-3

LAS OLIMPIADAS DE CIENCIAS DE LA TIERRA EN BAJA CALIFORNIA

Gómez Treviño Enrique
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: egomez@cicese.mx

Por espacio de ocho años la Unión Geofísica Mexicana y el CICESE han estado organizando anualmente concursos sobre Ciencias de la Tierra entre estudiantes de preparatoria. En estos concursos se convoca a los estudiantes del estado de Baja California a contestar una

guía que consiste de alrededor de 100 preguntas. Las preguntas por lo general están encadenadas para que varias de ellas aborden un mismo aspecto o fenómeno. Se busca sobre todo dirigir la atención hacia aspectos de la vida diaria que pueden ser explicados científicamente, o bien sobre datos del medio ambiente y de cómo estamos utilizando sus recursos. En muchos casos se les dan datos básicos y se les pide que hagan una estimación de alguna cantidad de interés. Por ejemplo, dado el radio de la Tierra y la población mundial, se les pide que seleccionen una de cuatro opciones para la densidad de población de la Tierra. O dada la longitud del nuestro litoral estimar cuanto nos corresponde por habitante del país. O cuanto aire nos corresponde por habitante en el planeta. La intención en este tipo de preguntas es que desarrollen el sentido de la proporción reduciendo ellos mismos las cantidades que se les ofrecen, y que seguramente se les seguirán ofreciendo a lo largo de su vida en una variedad de situaciones. En otro tipo de preguntas se intenta demostrarles que la ciencia no es otra cosa que un sentido común riguroso, y que ellos mismos pueden hacer descubrimientos trascendentes sabiendo identificar observaciones críticas que acrediten o desacrediten un determinado modelo. La pregunta de la hora de salida de la Luna es un buen ejemplo. Con la observación a simple vista en días consecutivos se puede saber si la Luna se mueve de este a oeste como parece, o de oeste a este como no parece. Se trata de hacer lo mismo con aspectos como el origen de la enorme energía que despliegan los vientos de los huracanes, energía que si bien siempre está presente en la atmósfera, sólo se pone de manifiesto cuando algo le pasa al vapor de agua. Para contestar algunas de las preguntas se requiere de intensas búsquedas en la red internet o en enciclopedias, o bien consultando con instituciones gubernamentales o privadas, con el fin de recabar datos demográficos o de producción pesquera o petrolera, consumo de agua potable o volúmenes de basura, por citar algunos ejemplos. El modelo de auto-educación consiste en dar bastante información en el texto mismo de las preguntas y en hacer que investiguen lo que falta. Por lo general los estudiantes manifiestan satisfacción porque, como ellos dicen: "aprendemos por nosotros mismos". Esperamos extender el programa a todo el país como una forma de complementar la educación de preparatoria, ya que en la mayor parte de los programas no se contemplan las Ciencias de la Tierra.

EDU-4

RESULTADOS DE LA PRIMERA OLIMPIÁDA MEXICANA DE GEOGRAFÍA

Luyando López Elda y García García Fernando
Olimpiáda Mexicana de Geografía, Academia Mexicana de Ciencias,
A.C.

Correo Electrónico: eluyando@yahoo.com

La Olimpiáda Mexicana de Geografía es un certamen organizado por la Academia Mexicana de Ciencias, con la participación de Fundación Televisa y National Geographic en Español, que se llevó a cabo por primera ocasión en 2003. El concurso está dirigido principalmente a estudiantes de nivel de enseñanza media y sus objetivos primordiales son: promover el estudio de la Geografía y de las Ciencias de la Tierra en México; estimular el desarrollo de jóvenes talentos en éstas y otras disciplinas afines; y seleccionar a los mejores estudiantes para integrar equipos que representen a nuestro país en certámenes internacionales.

El certamen consta de tres etapas en las que la participación es individual. La primera etapa se aplica en las escuelas participantes bajo la supervisión de los maestros que voluntariamente colaboran con

el concurso. La segunda etapa tiene por objetivo seleccionar, de entre los participantes que hayan obtenido los mejores resultados en sus localidades, a una delegación que participa por su entidad en la Olimpiáda Nacional. En ésta última, se aplican pruebas sobre conocimientos generales y se realiza una práctica de interpretación de mapas.

De entre los participantes que obtuvieron los mejores resultados en la etapa nacional durante la edición 2003, se seleccionó a un grupo que fue sometido a diversas actividades de entrenamiento, incluyendo un programa de televisión. Finalmente, y con base en lo anterior, se seleccionó a un equipo de tres estudiantes que representó a México en el Sexto Campeonato Mundial de Geografía organizado por la National Geographic Society, celebrado en julio de 2003 en los Estados Unidos.

En este trabajo se presentan con mayor detalle los resultados de esta primera experiencia y se discuten varias propuestas para mejorar la organización del evento, así como para implementar de forma más adecuada el objetivo central de difundir las Geociencias en nuestro país.

EDU-5

EL PROBLEMA MECÁNICO DE ABEL EN LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DE INVERSIÓN GEOFÍSICA

Esparza Hernández Francisco J. y Gómez Treviño Enrique
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE

Correo Electrónico: fesparz@cicese.mx

Se desarrollan diversos aspectos del problema mecánico de Abel en relación con la enseñanza de la teoría de inversión geofísica. Se hace particularmente un paralelo con la inversión o interpretación de sondeos geofísicos de varios tipos, como pudieran ser los de resistividad, magnetotélúricos, de refracción o reflexión sísmica, o electromagnéticos en general incluyendo radar. La profundidad de penetración en cada uno de estos tipos de sondeo está controlada por uno parámetro: la separación entre electrodos de corriente en el caso de resistividad, el periodo en los sondeos magnetotélúricos, la separación entre fuente y receptores en refracción sísmica, y el tiempo de grabación en reflexión sísmica y radar. Estos parámetros se simulan en el problema de Abel con la velocidad inicial aplicada a un objeto que sube por una pendiente irregular. A mayor velocidad más subirá el objeto, y más tiempo tardará en regresar. El problema consiste en estimar la forma de la pendiente suponiendo como datos un conjunto de velocidades iniciales y tiempos de recorrido. El paralelo entre los sondeos y el problema de Abel permite ilustrar prácticamente todos los aspectos de la inversión de sondeos en forma más didáctica que trabajando directamente con los respectivos métodos.

EDU-6

FLUDEP: UN PROGRAMA DE CÓMPUTO PARA LA VISUALIZACIÓN DE DEFORMACIÓN PROGRESIVA EN DOS Y TRES DIMENSIONES

Tolson Gustavo
Instituto de Geología, UNAM
Correo Electrónico: toolson@servidor.unam.mx

Uno de los problemas que tienen los alumnos de maestría en geología cuando son confrontados con los aspectos matemáticos del análisis de distorsión y de la cinemática de rocas deformadas es la

relación que guardan los componentes de la matriz de deformación (en dos o tres dimensiones) y las características de la deformación en términos geométricos. Con el fin de aliviar esta dificultad he desarrollado un programa de cómputo que permite al usuario modificar los parámetros de una deformación incremental de manera interactiva para posteriormente aplicar un número arbitrario de incrementos a una figura arbitraria para producir una deformación finita. Dicha modificación de la matriz de deformación incremental, Dinc, se puede llevar a cabo de distintas maneras: directamente en campos de edición numérica, mediante controles deslizables o bien arrastrando puntos de control de un paralelogramo (2D) o de un paralelepípedo (3D) con el puntero del ratón. Un cambio en cualquiera de estos controles actualiza todos los otros en tiempo real, permitiendo una clara visualización de la interrelación entre los parámetros numéricos y la geometría.

Una vez definida Dinc y el número de iteraciones deseadas, el usuario puede activar un botón en pantalla que llevará a cabo la deformación. En ese momento el programa le aplica la deformación a una figura en pantalla, al mismo tiempo que se elaboran gráficos cartesianos que relacionan el grado de distorsión (la razón axial) con el cambio de longitud de líneas en la figura con diferente orientación. De manera opcional, el programa puede mostrar las líneas de flujo correspondientes a la deformación, así como los vectores de velocidad y de desplazamiento de partículas. También pueden ser visualizados los apófisis de flujo (correspondientes a los vectores característicos de la matriz de gradiente de velocidad), así como otras direcciones especiales del flujo, como lo son direcciones de máxima o mínima extensión infinitesimal o de máxima cizalla angular. Cuando la deformación requerida es tridimensional, la salida del programa es mediante redes de proyección equiareal, señalándose los atractores de líneas y planos mediante vectores de flujo. El programa también incluye la representación del flujo y de la deformación finita mediante círculos de Mohr. Todos los gráficos del programa se pueden exportar a procesadores de texto o bien a aplicaciones de dibujo en formato vectorial, con lo cual se pueden incluir en reportes de tareas o soluciones de ejercicios.

El programa está desarrollado en Delphi 3.0 para Windows, usando 32 bits. Tiene un sistema de ayuda integral, mismo que no sólo describe el funcionamiento de programa, sino también explica las matemáticas de la deformación y su expresión mediante matrices. El programa se encuentra en el dominio público y se puede obtener en la dirección: http://geologia.igeolcu.unam.mx/Tolson/SoftWare/Paqueteria_Dominio_Publico.html

Estamos en proceso de desarrollar un paquete semejante para la representación de esfuerzos.

EDU-7 CARTEL

COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN EL DESARROLLO DEL POSGRADO EN HIDROMETEOROLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Tereshchenko Emmanuilovna Irina, Filonov Erofeevich Anatoliy y Monzon O. Cesar

Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: itereshc@ccip.udg.mx

En los últimos años el tema acerca de la formación de especialistas de alto nivel en las áreas de Oceanografía y Meteorología Física, ha sido uno de los temas que han recibido mucha atención por parte de diferentes organismos Mexicanos.

En el territorio mexicano, una parte importante es la Región Occidental, ya que posee una gran variedad de problemas oceanográficos y meteorológicos, en donde grupos de científicos internacionales han realizado estudios esporádicos, pero interesantes sobre los procesos hidrometeorológicos. Es evidente la necesidad de formar nuevos programas de posgrado en otras regiones del país y particularmente en la parte Occidental de México.

La creación del Posgrado en Ciencias en Hidrometeorología en el año 1999 en la Universidad de Guadalajara con colaboración internacional permite resolver parcialmente la problemática existente de formar especialistas de alto nivel en Oceanografía, Limnología y Meteorología Física. Desde el año 2000 la Maestría del Posgrado esta incorporada al Padrón de Excelencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con el estatus emergente.

El programa del posgrado se ha diseñado en base a la experiencia de los otros dos posgrados en Oceanografía y Meteorología Física que existen en México (la Universidad Nacional Autónoma de México y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada), así como las experiencias que han tenido los profesores involucrados en el programa durante estancias en instituciones de excelencia, en el extranjero, en base a su conociendo de la realidad nacional y en base de la experiencia de los profesores huéspedes extranjeros.

Sesión

Geohidrología

Martes 4

SALA "B"

GEOH-1

CONCIENCIA EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO EN CHIHUAHUA, MÉXICO

Reyes Cortés Ignacio Alfonso, Chávez Rodríguez Adolfo,
Chávez Aguirre Rafael, Royo Ochoa Miguel y González Cantú
Javier

Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: ireyes@uach.mx

El agua como tema de discusión de papel para el estado de Chihuahua de papel. Porque cada vez que se inicia el estiaje a finales de abril, las necesidades de disponibilidad de agua se incrementan de manera tal, que se manifiesta una escasez temporal del líquido, y por supuesto es tema cotidiano de los periódicos de la región. Pero, una vez que se inicia la temporada de lluvias, el tema se olvida hasta el siguiente año.

Pero la realidad es que el problema de la escasez del agua no solo es de los veranos, el problema del agua es un problema que esta a punto de convertirse en crisis permanente para todo el estado de Chihuahua, especialmente si se continúa creciendo de la manera en que se ha crecido en los últimos 25 años.

Se ha visto que la solución permanente para el problema de la escasez del agua en la Ciudad de Chihuahua no es precisamente el agua superficial de las presas actuales, inclusive el de la Presa del Granero. El Granero es inapropiada por todos los problemas que trae consigo, desde los problemas de contaminación, ya que el agua del río al pasar por el Distrito de Riego 05 recoge las aguas de retorno de las parcelas, además de que todas las ciudades dentro de la Cuenca del Conchos drenan sus aguas negras directamente al río, incluyendo Chihuahua, hasta los problemas involucrados en el costo de operación del acueducto, que tendría que bombear el agua al menos 300 metros de altura. Todo esto sin considerar que la disponibilidad del agua de la presa no esta asegurada por la escasez misma. Esto no significa que el agua superficial sea vedada para la ciudad, absolutamente que no, existe potencial para ser evaluado en algunas de las subcuencas del Río Conchos, pero que requiere de más estudios de monitoreo de campo que de gabinete.

La alternativa que no se ha evaluado ni siquiera en parte, es la de los acuíferos que rodean la zona urbanizada alrededor de la ciudad de Chihuahua. Todo lo que se dice es que ya se tienen conocidos los acuíferos y que fueron estudiados hace más de 50 años. Que los valores de agua subterránea y superficial que son exhibidos por las diferentes dependencias gubernamentales y privadas, así como las descentralizadas, son valores obtenidos con fórmulas y factores que no corresponden a estas latitudes, altitudes y condiciones hidroclimáticas. Como resultado de aplicar esos valores, los resultados pueden ser aleatoriamente buenos, malos o irrelevantes.

GEOH-2

ASPECTOS GEOHIDROLÓGICOS PARA LA UBICACIÓN DE PLANTAS DESALADORAS EN ZONAS COSTERAS

Vázquez González Rogelio¹, Almeida Vega Margarita¹ y Jorquera Flores Doris Nathalie²

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
Correo Electrónico: rvazquez@cicese.mx
² Depto. de Geología, CICESE

El abastecimiento de agua potable en la zona costera del noroeste de México es cada vez más problemático debido, por una parte, a la escasa precipitación que es característica de esta región del país, y por otra, al incremento de la demanda de agua por los diferentes sectores de la sociedad. Ante este panorama, se ha considerado como alternativa para el abastecimiento de agua de buena calidad, la instalación de plantas desaladoras. Actualmente existen numerosos ejemplos en la región de la península de Baja California, de la utilización de esta tecnología por el sector turístico y en empresas agrícolas altamente tecnificadas. El creciente mercado de plantas desaladoras ha motivado el desarrollo tecnológico dirigido a mejorar los procesos de separación de sales en las plantas desaladoras. Sin embargo, hay varios aspectos en la selección de sitios para la ubicación de este tipo de instalaciones, que requieren estudios relacionados con las ciencias de la tierra.

En este trabajo se analizan las condiciones de operación de los diferentes tipos de plantas desaladoras existentes en el mercado, en función de: la tecnología que utilizan, la calidad del agua que procesan y el consumo energético. En cada caso se describe en secuencia las características del agua de entrada al sistema, los mecanismos que conllevan a la remoción de sales y la producción de agua de rechazo como efluente del sistema. A partir de este análisis se establecen los criterios técnicos que deben considerarse en la selección de un sitio destinado a la ubicación de una planta desaladora de agua con alto contenido salino. En particular, se consideran las características geohidrológicas que deben buscarse para la obra de toma de agua de entrada al proceso y para la obra de descarga de los efluentes salinos de la planta. Finalmente se presentan los resultados preliminares de un proyecto dirigido a la evaluación de las características geohidrológicas de la región costera al sur de la ciudad de Ensenada, B.C., como sitio potencial para la ubicación de una planta desaladora.

GEOH-3

ESTIMACIÓN DEL FLUJO REGIONAL Y LOCAL A PARTIR DEL ANÁLISIS PIEZOMÉTRICO USANDO TÉCNICAS DE CAMPO POTENCIAL

Belmonte Jiménez Salvador¹, Campos Enríquez José Oscar² y
Herrera Barrientos Jaime³

¹ CIIDIR, Oaxaca, IPN
Correo Electrónico: sbelmont@prodigy.net.mx
² Instituto de Geofísica, UNAM
³ CICESE

Se realizaron mediciones piezométricas en el valle de Zaachila, Oaxaca en tres períodos de tiempo para conocer el comportamiento de los niveles del agua subterránea. Considerando un medio homogéneo e isotrópico en estado estacionario, la carga hidráulica h es una función armónica, ya que cumple con la ecuación de Laplace, por lo que h se comporta como un campo potencial a la que se le aplicó

el procesado de datos utilizado en la Prospección Gravimétrica, la separación del regional-residual. Los resultados han permitido conocer la dirección del flujo regional y local a partir del análisis mencionado, con lo que se han podido identificar zonas de recarga y direcciones de flujo preferencial en el mencionado Valle.

GEOH-4

CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA A PARTIR DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

Bautista Belmonte Aarón, Belmonte Jiménez Salvador, Aragón Sulik Manuel y Navarro Mendoza Susana
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca, IPN
Correo Electrónico: sjimenez@ipn.mx

El Valle de Tlacolula se localiza al este de la cd. de Oaxaca de Juárez abarcando la zona arqueológica de Mitla y cubre una extensión aproximada de 410 km². Las rocas que afloran en los alrededores del Valle son tobas riolíticas y andesititas del terciario hacia la parte norte y lutitas y areniscas del cretácico hacia oeste y sur. El relleno del valle son sedimentos del cuaternario. Los suelos existentes en el área están constituidos por tres tipos predominantes; arcilloso, arcillo-arenoso y arcillo – limoso.

Mediante la realización de 38 sondeos eléctricos verticales arreglo Schlumberger (SEV's) y una vez realizada la interpretación usando la técnica del modelado directo en 1-D se obtuvo un modelo geohidrológico para determinar las zonas de recarga y descarga. En las zonas con suelo arenoso las resistividades son altas, en tanto que en las de materiales arcillosos y de textura fina bajas. La identificación de las zonas de carga y descarga esta en función de las características de los sedimentos así como de la composición química del agua que contienen los estratos saturados.

Niveles freáticos someros en medios granulares se ha observado favorecen la evaporación del agua subterránea. Por otra parte la presencia de zonas fracturadas encontradas en el valle principalmente en zonas altas permiten la recarga del acuífero. Los sev's también han permitido conocer la geometría del sistema acuífero asociado con fosas tectónicas.

Además existen sitios con agua salobre (más de 15 mil ppm) mismas que se determinaron con la interpretación de los SEV's y en algunos casos con la perforación de pozos, asociando su origen con aguas congénitas y que hace que sea un recurso no apto para el uso humano.

GEOH-5

DETERMINACIÓN DE LA PERMEABILIDAD EN MEDIOS SUBSUPERFICIALES HETEROGÉNEOS MEDIANTE UN MÉTODO INDIRECTO, ESTUDIO DE CASO

Aragón Sulik Manuel, Belmonte Jiménez Salvador, Navarro Mendoza Susana y Bautista Belmonte Aarón
CIIDIR, Oaxaca, IPN
Correo Electrónico: maragon@ipn.mx

Para la evaluación del riesgo a la contaminación en acuíferos, se requiere conocer las propiedades del suelo y subsuelo en función de sus parámetros geohidrológicos tales como la permeabilidad, esto se complica en zonas donde existe una alta heterogeneidad, en donde los métodos directos generan valores puntuales.

Mediante la aplicación del método indirecto de bobinas electromagnéticas, se determinó una relación heurística de los valores de resistividad eléctrica con el campo de permeabilidades bajo condiciones de medios altamente heterogéneos en dos zonas de interés de los Valles Centrales de Oaxaca. Los resultados obtenidos son validados con pruebas de infiltración y de bombeo, los cuales generaron una variabilidad del medio, encontrando en algunos sitios un alto fracturamiento.

GEOH-6

FLUJO DE AGUA EN LA ZONA NO SATURADA. ESTUDIO DEL CASO EN EL VALLE DE MEXICALI

Reyes Lopez Jaime A., Reyes Hernández Rocío, Ramírez Hernández Jorge y Lázaro Mancilla Octavio
Instituto de Ingeniería, UABC, Mexicali
Correo Electrónico: jaime@iing.mx, uabc.mx

El estudio se realiza en parcelas agrícolas ubicadas en el Valle de Mexicali con dos fuentes distintas de agua de riego. En uno de los casos la parcela es regada con agua residual y en el otro se riega con agua normal que suministra el Río Colorado a través del sistema de canales del Valle de Mexicali. El suelo en la zona de estudio es de textura limo-arcilloso y con valores altos de salinidad. Para reconocer los flujos de agua y transporte de solutos a través de la Zona No Saturada (ZNS) se han instalado una serie de dispositivos a diferentes profundidades que nos permiten medir las propiedades de almacenamiento y de transmisión hidráulica, las propiedades físico-químicas del agua de percolación y del suelo. También se ha reunido información de parámetros agroclimáticos y edáficos y con relación al cultivo.

Así, el flujo de agua se controla mediante un conjunto de tensiómetros colocados a diferentes profundidades. Estas profundidades de investigación son 15, 30 45, 60, y 90 cm que nos permite observar estos flujos. El flujo de agua es complejo observándose movimientos ascendentes después de los riegos desde el tensiómetro situado a 45 cm de profundidad y descendentes hasta la profundidad de 90 cm. En cuanto sucede el riego y dada la condición de humedad del suelo, en pocas horas, se alcanza (12 a 24 hr) una saturación casi total de la zona no saturada con flujos descendentes por gravedad. Una vez terminado este flujo dominante por gravedad (agua de percolación) se mantiene un estado de humedad en el suelo hasta por 7 días en la que los flujos son apenas perceptibles. A los 15 días del iniciado el riego, las condiciones del flujo son ascendentes

hacia la superficie y descendentes hacia los 60 y los 90 cm desde los 45 cm de profundidad. Cabe resaltar que en este caso (inicios a mediados de marzo) los requerimientos de agua del cultivo ya son apreciables aunque la temperatura y por lo tanto la evaporación es moderada. Estos efectos se incrementan conforme crece el cultivo y se acercan los días mas calientes del año. Se aprecian diferencias en las magnitudes de los valores de tensión aunque parecen depender de alguna condición física del suelo que puede ser el mayor contenido de materia orgánica en el suelo regado con agua residual.

El estudio se complementa con la instalación de una serie de lisímetros de succión que permite la recuperación del agua de precolación para cuantificar el transporte de solutos a través de la ZNS. Estos lisímetros se han colocado a cada 30 cm y hasta una profundidad de 150 cm. También se han colocado una serie de piezómetros para controlar las oscilaciones del nivel freático (límite de la ZNS) así como para extraer muestras del acuífero superior. El nivel freático se mantuvo durante la experiencia alrededor de los 3.5 metros en promedio.

GEOH-7

ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO CANAL TODO AMERICANO-EL DREN MESA-ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI, B.C.: RESULTADOS PRELIMINARES

Ramírez Hernández Jorge¹, Reyes López Jaime A.¹, Lázaro Mancilla Octavio¹, Torres Santillán Mauricio² y Román Contreras Jesús³

¹ Instituto de Ingeniería, UABC
Correo Electrónico: jorger@uabc.mx

² Facultad de Ingeniería, UABC

³ Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC

El origen del agua del acuífero del Valle de Mexicali esta estrechamente ligado al agua del Río Colorado, única fuente de recarga directa hasta hace 70 años, después de entonces sus aguas han sido desviadas. El régimen de recarga ha pasado de ser producto de la transferencia directa del río al acuífero; a la recarga espacial difusa, producto de la infiltración del agua excedente del riego agrícola en cada parcela (500x106 m³/año), y de la percolación de agua en los canales de riego (200x106 m³/año). El canal de mayor importancia, por su longitud (132 km) y magnitud de pérdidas (100 x106 m³/año) es el "All-American Canal" (Canal Todo Americano, CTA), ubicado a lo largo de la línea internacional, entre México y los Estados Unidos, en el Sur del Estado de California. La dirección del flujo subterráneo regional actualmente esta directamente asociada a las infiltraciones de este canal, provocando un parteaguas del flujo subterráneo en dirección norte, para descargar en el Salton Sea y, en dirección sur hacia el Golfo de California.

Las infiltraciones que se dirigen al sur, hacia terreno mexicano, son parcialmente captadas por el Dren Mesa (DM) ubicado en el perímetro de la Mesa Arenosa de Andrade sobre la cual el CTA presenta mayores pérdidas. En este trabajo se cuantificaron los volúmenes captados por el DM en 6 puntos de aforo, mediante el método de area-velocidad, cada 15 días durante los meses de marzo a julio encontrándose un aumento paulatino en el caudal de agua captado por el dren desde 1 km de su nacimiento (198 l/s) hasta la zona en que se aleja de la Mesa Arenosa después de 22 km de recorrido (926 l/s). Se encontró que las variaciones en el caudal cuantificado durante este período están estrechamente relacionadas

con el régimen de riego del Valle de Mexicali, con una extracción directa del DM más intensa durante los meses de marzo y julio. No se observaron cambios significativos en los niveles freáticos en los dos piezómetros de observación construidos entre CTA y el DM durante el período medido aunque la diferencia de potencial confirmó la transferencia de agua desde el CTA hasta el DM. La escasa aportación de agua proveniente de drenes agrícolas afluentes al DM fue corroborada con los resultados de los análisis fisicoquímicos de muestras de agua en los puntos de aforo que mostraron que no existe aporte considerable de agua de retorno por riego y la evolución química del agua en el trayecto analizado puede ser atribuida a procesos de evaporación más que de mezcla. Aunque aún no se cuenta con mediciones durante todo el año hidrológico y los resultados presentados deben ser considerados como preliminares, se espera que no existan cambios significativos, ya que el CTA presenta niveles de espejo de agua muy estables durante todo el año y las variaciones más intensas en el régimen de riego ya han sido contabilizadas.

GEOH-8

COKRIGEADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA HIDRÁULICA: SU APLICACIÓN EN EL ACUÍFERO DE MEXICALI, B.C., MÉXICO

Mendoza Cázares Edgar Yuri¹, Herrera Zamarrón Graciela² y Díaz Viera Martín³

¹ División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM
Correo Electrónico: edgaryuri@hotmail.com

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

³ Instituto Mexicano del Petróleo

La elevación del nivel estático es una variable fundamental para el estudio de un acuífero. La representación de esta variable mediante mapas piezométricos es usada para identificar la dirección del flujo subterráneo, zonas de recarga o descarga y para evaluar las fuentes subterráneas que interactúan con el sistema.

En la geohidrología es reconocida la estrecha relación que existe entre el nivel freático y la elevación del terreno natural, estableciendo que: El contorno de la elevación del agua subterránea muestra características como cimas y valles parecidas a las formas superficiales, aunque el agua subterránea es por lo general más profunda. En otras palabras la fuerza gravitacional dirige el flujo subterráneo, de zonas altas a zonas con menor elevación, y esto hace que la superficie freática sea similar a la superficie del terreno. Esta observación fundamental sugiere que los datos topográficos pueden usarse como guía para mapear la elevación del nivel freático, y no solo utilizar los escasos datos piezométricos.

La carga hidráulica es una variable de interés, que en la mayoría de los casos no cuenta con suficientes datos, por lo que los hidrogeólogos han aplicado técnicas estadísticas para obtener mejores interpolaciones. Los métodos de interpolación lineal simple o krigado, han demostrado su efectividad, sin embargo, al aplicarse en sistemas donde existe poca información, las interpolaciones resultan ser una aproximación "media" de la realidad.

El empleo de técnicas estadísticas, que utilizan la autocovarianza y varianza cruzada entre dos ó más variables, que están espacialmente relacionadas, es una alternativa para mejorar la interpolación. El cokrigado es utilizado para obtener mejores estimaciones de una variable, muestreada en menor número de veces, con respecto a otra que es observada con mayor intensidad.

El objetivo de este trabajo es implementar la técnica de cokrigado, mostrando cómo se puede usar para obtener mejores estimaciones de la elevación del nivel estático. Esto se ilustra aplicando el proceso de cokrigado a las cargas hidráulicas y la topografía del acuífero de Valle de Mexicali, B.C., México.

GEOH-9

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Tejada Bautista Edgardo y Vázquez González Rogelio
 Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
 Correo Electrónico: etejada@cicese.mx

El agua subterránea en la zona del valle de Mexicali ha sido afectada en cantidad y calidad por la explotación intensiva ocasionada por las actividades agrícolas. Otro aspecto particular de esta región, que tiene relación con las condiciones hidrogeoquímicas del acuífero, es la actividad geotérmica presente. La importancia del recurso ha motivado la ejecución de diversas campañas de muestreo y análisis de la calidad del agua subterránea, por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), esta información es básica para estudiar la evolución del sistema geohidrológico y determinar los factores de mayor importancia en el acuífero. En este trabajo se analiza detalladamente información hidroquímica de los pozos del acuífero del valle de Mexicali, para definir el tipo y calidad de agua, asimismo se establece la correlación con la litología presente en el área y con la dirección de flujo subterráneo.

El área en estudio se ubica en la parte noreste del estado de Baja California, definida geográficamente por las coordenadas UTM 3'553,000 a 3'623,000 de latitud norte y 650,000 a 730,000 de longitud este, cubriendo una extensión aproximada de 5600 km². Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó una base de datos hidroquímicos proveniente de 228 pozos para un periodo de ocho años (1987-1995 excepto 1993). Después de un proceso de recopilación, análisis y depuración utilizando entre otros el criterio del balance iónico, se obtuvieron un total de 918 análisis químicos con las concentraciones (en ppm) de seis iones principales: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻ y Cl⁻ y de sólidos totales disueltos (STD). Con base en esta información se hizo la caracterización hidrogeoquímica del acuífero, considerando: a) los resultados del tipo o familia de agua en función de los iones dominantes, b) la calidad del agua de acuerdo a la concentración de STD y, c) la evolución del agua tomando en cuenta la dirección de flujo subterráneo.

Como resultado se presentan y discuten mapas del área donde se observa la distribución espacial de los pozos, su clasificación en familias de agua y la concentración de STD.

La caracterización hidrogeoquímica del acuífero forma la base para postular un modelo conceptual que considera las interacciones agua-medio poroso y explica las condiciones actuales.

Este trabajo forma parte del proyecto: "Caracterización Química del Agua Subterránea en el Área Fronteriza México-Estados Unidos de los Valles de Mexicali e Imperial" desarrollado en colaboración con la Universidad de California en Riverside, y financiado por el programa UC-MEXUS.

GEOH-10

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SUR DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN

Alcalá Ochoa Salvador, Arreygue Rocha Eleazar y Garduño
 Monroy Víctor Hugo
 Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
 Correo Electrónico: huan_y_75@yahoo.com.mx

La evidente degradación del lago de Pátzcuaro, tiene gran influencia en su entorno. Al bajar el nivel del lago baja consecutivamente el nivel estático (nivel freático), lo cual impacta en los manantiales que son los que sustentan tanto la vida humana, como vegetal y animal en la zona.

La contaminación acelerada de los cuerpos hídricos superficiales y la creciente demanda del agua, ha generado que se lleven a cabo exploraciones para localizar otras fuentes, como es el caso de las aguas subterráneas. Desafortunadamente la contaminación antrópica, ya iniciada, hace casi imposible la recuperación de los acuíferos dañados.

Los contaminantes pueden provenir de muchas fuentes, y su velocidad de propagación depende de los medios por donde circula el agua, como es el caso del tipo de material (rocas o sedimentos granulares), estos pueden aportar a los fluidos elementos químicos naturales, que para el hombre resultan dañinos. Un caso concreto sería el plomo.

El presente análisis tiene por objetivo caracterizar los materiales naturales a través de los cuales circula el agua superficial y subterránea, con la finalidad de determinar el impacto que producen y las propiedades que le infieren al agua esos medios.

Cualquier impacto, ya sea natural (plomo) o por el hombre (agroquímicos, lixiviados) en las aguas se reflejará en la recarga del lago de Pátzcuaro, por lo que todo los habitantes del lago (acuáticos y terrestres) resentirán dicha contaminación.

Además se pretende conocer las posibles zonas de recarga de los manantiales de la zona, también se están realizando muestreos de todos los manantiales, norias y pozos profundos del Sur del lago, con la finalidad de conocer sus características químico-físicas y analizar la relación de su composición con posibles elementos contaminantes.

GEOH-11

MONITOREO DE LOS EFECTOS AL ACUÍFERO DE GUASAVE SINALOA, DEBIDOS A LA PLUMA CONTAMINANTE DEL BASURERO MUNICIPAL

Herrera Barrientos Jaime¹, Norzagaray Campos Mariano², Ladrón de Guevara Torres María², Palafox Ávila Germán², Díaz Cervantes Edel², Monroy Contreras Arturo² y Muñoz Sevilla Patricia²
¹ CICESE

Correo Electrónico: jherrera@cicese.mx

² CIIDIR, IPN, Sinaloa

Esta investigación da propuestas de solución al fenómeno de la contaminación del acuífero del Valle de Guasave, Sinaloa, México, la cual es ocasionada por el basurero municipal abandonado ubicado en la parte sudoeste de un acuífero libre costero tipo granular. Se comprueba que la presencia de dicha fuente puntual de contaminación

se debe a que en el pasado no se llevaba a cabo una separación de adecuada de la basura, por lo que la contaminación de las aguas incluía en aquel entonces tanto desechos inorgánicos como orgánicos, mismos de no reacción con el medio acuífero. Lo anterior ocasiona en el presente la presencia de grasas, sales y aceites en el sistema hídrico. A tal efecto con la técnica geofísica Dipolo-Dipolo, se analiza de manera integral la dinámica espacio temporal del comportamiento de la pluma contaminante en base a la variación de la resistividad del suelo. Las mediciones tomadas con la técnica mencionada anteriormente, se realizan directamente en campo en un área cercana al basurero municipal. Las observaciones permitieron sustentar una técnica de monitoreo no destructiva de la pluma de contaminantes así como su dilución. Los resultados servirán para generar una propuesta de desarrollo regional y establecer la sustentabilidad tan deseada en la región de las aguas subterráneas, mismas que en últimos años se enfrentan al fenómeno de la sequía.

GEOH-12

INOCULACIÓN BACTERIANA ESPACIO-TEMPORAL EN AMBIENTES SUBTERRÁNEOS DEL TERRENO DEL BASURERO DEL MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA

Norzagaray Campos Mariano¹, Gerardo Suárez Luis², Ochoa Loza Francisco Javier³, Herrera Barrientos Jaime⁴, Muñoz Sevilla Patricia¹ y Ladrón de Guevara Torres María¹

¹ CIIDIR, IPN, Sinaloa

Correo Electrónico: mnorzaga@ipn.mx

² Ganadera VIZUR

³ Universidad Autónoma de Sinaloa

⁴ CICESE

Los organismos patógenos se transmiten a través del agua contaminada y son vectores que originan diversas enfermedades intestinales. Hasta el momento la investigación mundial ha sido orientada hacia la aplicación de pruebas bacteriológicas para indicar la presencia de contaminación fecal en este recurso vital para la vida, y son pocos los trabajos que se han realizado para analizar su período de vida y difusión en el ambiente de las aguas subterráneas, que en este caso son importantes para establecer una fuente de abastecimiento futuro de agua de calidad para consumo humano en la región en estudio. Aquí se presentan los resultados de la determinación mediante la experimentación en el laboratorio y diseño de un modelo de simulación física, del periodo de vida y distancia de difusión de los coliformes fecales presentes en la interacción de las aguas subterráneas hacia los sedimentos. El estudio se realiza en la parte del acuífero de la zona del relleno sanitario ubicado en el valle de Guasave Sinaloa, México. La problemática existente es que los lixiviados generados se infiltran al subsuelo llevando consigo coliformes fecales los cuales recorren distancias distintas debido al mal diseño del basurero. Con esta investigación se logran obtener una propuesta para la ubicación de basureros y/o rellenos sanitarios, así como lagunas de tratamiento de aguas residuales, considerando los resultados de la inoculación de los coliformes fecales por el momento en suelos del sitio de estudio. Los análisis bacteriológicos se realizaron en base a técnicas microbiológicas tales como la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, AOAC Oficial Meted 998.08.

GEOH-13

TIEMPO ADVECTIVO DE VIAJE VERTICAL DE UN CONTAMINANTE EN ZONA VADOSA, ÁREA DE TAMAZULA, SINALOA, MÉXICO

Herrera Barrientos Jaime¹, Verduzco Heredia María², Ladrón de Guevara Torres María³ y Muñoz Sevilla Patricia³

¹ CICESE

Correo Electrónico: jherrera@cicese.mx

² Ayuntamiento de Guasave

³ CIIDIR, IPN, Sinaloa

Tamazula, Sinaloa es una población eminentemente agrícola, con un nivel freático somero (de 2 a 5 m), carente de drenaje, por lo que, es de interés conocer el tiempo de viaje de un contaminante considerando un mecanismo de transporte advectivo considerando una carga puesta en la superficie o en profundidad. En el caso de la superficie, la presencia de contaminantes que yacen en la superficie del suelo está asociado a la actividad agrícola. Respecto a la profundidad se debe a la precolación de la carga asociada a las fosas sépticas domésticas.

El tiempo de viaje vertical se estimó a partir del conocimiento de la recarga en la zona de estudio, humedad del subsuelo y espesor de los materiales atravesados. El tiempo de recarga encontrado fue de 15 años, el cual es lo suficientemente largos de forma que los coliformes fecales no alcanzan a llegar con vida al acuífero superior de tipo libre.

La extracción de agua en la zona de Tamazula proviene de un acuífero cautivo que infrayace al superior libre, por lo que el tiempo de viaje de un contaminante hacia dicho acuífero cautivo será mayor a los 15 años. Al momento no se ha determinado el tiempo de viaje a lo largo del cuerpo confinante.

GEOH-14

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LA ZONA ACUÍFERA DE TAMAZULA, SINALOA, MÉXICO

Verduzco Heredia María¹, Herrera Barrientos Jaime², Ladrón de Guevara Torres María³ y Muñoz Sevilla Patricia³

¹ Ayuntamiento de Guasave

Correo Electrónico: mariverher@hotmail.com

² CICESE

³ CIIDIR, IPN, Sinaloa

Es de interés para las autoridades de la Sindicatura de Tamazula el conocer el índice de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero en la zona de Tamazula, Sinaloa, ya que se desarrollan diversas actividades con potencial a la contaminación.

El cálculo del índice de vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea se realizó mediante la metodología DRASTIC, evaluando la sensibilidad y contribución de cada parámetro DRASTIC a través de indicadores (sensibilidad, índice de remoción y eficacia del factor de ponderación) que muestran la contribución y relevancia de la información utilizada en el cálculo del índice de vulnerabilidad.

Se usó la metodología DRASTIC, ya que la determinación de cada uno de los índices que corresponden a los acrónimos del nombre de la metodología, se expresan de forma que son funcionalmente independientes, por lo que la carencia o poca información de algún parámetro no limita la aplicación de la metodología.

Los resultados encontrados indican que las zonas más vulnerables corresponden a la porción NE y SO del área de Tamazula, correspondiendo a las zonas donde se desarrolla la actividad agrícola.

Se encontró que los parámetros R y T contribuyen al índice de vulnerabilidad por encima de su valor teórico.

GEOH-15

DETERMINACIÓN DE LA INTERFACE SALOBRE EN EL ACUÍFERO COSTERO DE GUASAVE, SINALOA MEDIANTE LA RELACIÓN DE GHYBEN-HERZBERG

Norzagaray Campos Mariano¹, Palafox Avila Germán¹, Díaz Cervantes Edel¹, Herrera Barrientos Jaime², Monroy Contreras Arturo¹, Ladrón de Guevara Torres María¹ y Muñoz Sevilla Patricia¹

¹ CIIDIR, IPN, Sinaloa

Correo Electrónico: m_norzagaray@yahoo.com.mx

² CICESE

La planicie costera del Valle de Guasave, Sinaloa ha sido objeto de intensos bombeos históricos que han propiciado la intrusión salina, por lo que, varios pozos y norias cercanos a la zona de costa han sido abandonados.

Es de interés conocer el avance que ha tenido la intrusión salina, ya que esta planicie costera presenta un suave relieve del orden de 1 m/km, generándose zonas de recarga asociadas a intensas precipitaciones y aporte de canales de riego, drenes y el Río Sinaloa en los períodos de lluvia, para luego volver a situaciones de calma el resto del año (período de estiaje). La dinámica de recarga y descarga de agua al acuífero en la zona próxima a la línea de costa tiende a un estado de equilibrio entre el nivel freático y la intrusión salina, ya que las norias y pozos en dicha zona no están en explotación, propiciándose así condiciones de balance hidroestático, permitiéndose así utilizar la relación de Ghyben-Herzberg en la obtención de la profundidad de la interfase (z) y la longitud de penetración (L) de la cuña salobre. Los valores de z obtenidos varían de 4 a 10 m y de L entre 12 y 40 km.

GEOH-16

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL MARCO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Minjárez Sosa Ismael, Rangel Medina Miguel, Monreal Saavedra Rogelio, Morales Montaña Mariano y Grijalva Noriega Francisco Javier

Depto. de Geología, Universidad de Sonora

Correo Electrónico: iminjare@geologia.uson.mx

Se presentan estudios de Geología, Geomorfología y Geofísica de una parte importante del acuífero del Valle del Yaqui.

El Valle del Yaqui se encuentra en la Planicie Costera de Sonora. Ocupa gran parte del Delta del Río Yaqui. Este desemboca en el Golfo de California, en la Bahía de Guaymas, cuenca asociada al desplazamiento lateral de la Falla San Andrés.

El Valle se encuentra limitado por sierras compuestas fundamentalmente de rocas volcánicas terciarias y mesozoicas, así como por la Formación Báucarit del mioceno.

Estudio de las anomalías de Bouguer muestra la estructura profunda del Valle, que hacia el Este sepulta un pilar tectónico y un semigraben formados por la Falla Obregón, de orientación N-S y debida a la tectónica terciaria del Basin and Range. Esta estructura corta a su vez a la Falla Cocoraque, de orientación NE-SW y probablemente de edad mesozoico. El Valle hacia la parte central y Oeste sobreyace una estructura esencialmente monoclinial.

Geomorfológicamente se identifican los elementos correspondientes a un sistema deltáico, con sus derivas, cauce activo y típicos ambientes costeros. El estudio de SEV's y de cortes litológicos de pozos, ha permitido delimitar en profundidad la distribución de los diversos ambientes del delta.

A partir de este estudio, y considerando la información de parámetros hidráulicos, es posible poner al día el modelo conceptual del acuífero, para efectos de avanzar en su conocimiento.

GEOH-17 CARTEL

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y HIDROLÓGICAS DURANTE Y DESPUÉS DEL HURACÁN ISIDORO EN EL ÁREA "CONO SUR" DEL ESTADO DE YUCATÁN.

Wurl Jobst¹, Frausto Martínez Oscar², Giese Steffen³, Deutsch Steffi² y Chavez Geyser²

¹ UABCS

Correo Electrónico: jwurl@uabcs.mx

² Universidad de Quintana Roo

³ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Jena, Alemania

El "Cono Sur", está en el centro de la península de Yucatán donde convergen los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo con las poblaciones más grandes Tzucacab, Peto y Tekax.

La plataforma de Yucatán se formó por carbonatos desde el Cretácico. A causa de la carstificación de las rocas existe una alta permeabilidad por grutas y cavernas y el agua se infiltra in situ o después del corto flujo. En la zona de estudio no existen escurrimientos superficiales relevantes. El nivel freático regional esta situado a aproximadamente 10m sobre el nivel del mar con una pendiente baja, que indica un movimiento horizontal muy lento hacia el mar.

La tormenta tropical "Isidore" impactó Yucatán el 21 de Septiembre en Telchac Puerto y retornó al mar el día 24 por la mañana. Durante del huracán se registraron entre 350 y 650 mm de precipitación en 5 días en el Cono Sur. Gran parte del terreno fue afectado por inundaciones (con una altura máxima reportada de 11m sobre el nivel del terreno).

Se aplicaron el método de Gumbel para calcular la probabilidad de precipitaciones máximas a base de los datos de la precipitación mensual de siete estaciones climatológicas en la región con respecto a los años 1960 hasta 2002. En promedio los meses sin huracanes tienen 80 mm hasta 90 mm de precipitación mientras en meses de huracanes el doble fue registrado.

GEOH-18 CARTEL

APORTACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL VALLE DE AGUASCALIENTES PARA LA REEVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Mitre Salazar Luis Miguel y Martínez Reyes Juventino
Centro de Geociencias, UNAM
Correo Electrónico: lmitre@geociencias.unam.mx

Se presentan los resultados obtenidos del proyecto multidisciplinario intitulado "Estudio Integral sobre la Problemática del Agua, Subsistencia y Sismicidad en el Valle de Aguascalientes" desarrollado, por la Universidad Autónoma de Querétaro y la Universidad Nacional Autónoma de México, para el Instituto del Agua del Estado de Aguascalientes.

El "Valle de Aguascalientes" es una estructura tectónica conocida como "Graben de Aguascalientes", que a lo largo de unos 80 Km. atraviesa de Norte a Sur al estado. Se trata de una depresión topográfica más o menos regular que oscila entre los 1850 y 1900 m altitud, de unos 20 Km. de anchura máxima en sus extremos Norte y Sur, y de unos 10 kms. de anchura mínima en su parte central. Las fallas que lo limitan tienen una orientación casi meridiana y una continuidad que se manifiesta a lo largo del territorio estatal. Localmente sin embargo tal continuidad es interrumpida por un sistema de fallamiento de orientación preferencial NE-SW, así como otro NW-SE. Estos sistemas de fallas le confieren a la región un estilo estructural de pilares y fosas tectónicas (horsts y grabens).

Los trabajos realizados permiten individualizar a lo largo de cada uno de esos flancos, una serie de bloques tectónicos que corresponden a pequeñas fosas o altos estructurales, limitados por fallas importantes.

La cartografía geológica elaborada resalta características estratigráficas importantes en cada uno de los flancos:

Occidental, con un basamento de rocas plutono-volcánicas y volcansedimentarias y sedimentarias jurásico-cretácicas marinas y una cubierta volcánica terciaria potente y compleja de composición riolítica.

Oriental, el basamento está representado por dos formaciones de naturaleza marina del cretácico: la inferior, compuesta de lutitas y areniscas, y la superior predominantemente de calizas. La cubierta terciaria, está representada por una unidad sedimentaria continental en la base y por diversas unidades de rocas volcánicas y una gruesa secuencia de sedimentos fluvio lacustres.

Finalmente, y esto es válido para toda el área de estudio y como parte de la cubierta volcánica y sedimentaria, existen depósitos recientes de gravas sin consolidar. De igual modo, aparecen aislados testimonios de un volcanismo andesítico-basáltico también muy reciente, en forma de lavas de poco espesor.

La diferenciación de la región en bloques estructurales es muy importante para evaluar el agua subterránea, ya que hasta el momento se ha considerado la existencia de acuíferos distribuidos de manera regular a lo largo y ancho del valle. Esto obliga al análisis individual de cada uno de ellos, considerando su posible conformación estratigráfica distinta, y que los límites entre ellos pudieran constituir barreras o bien planos de conductividad para el agua subterránea.

Los resultados de esta interpretación son una alternativa para reevaluar el potencial del recurso agua y entender el fenómeno de subsidencia, elementos suficientes para proponer el reordenamiento territorial de la zona, y que los recursos puedan ser aprovechados racionalmente sin exceder la capacidad de carga del medio.

GEOH-19 CARTEL

AGOTAMIENTO DE ACUÍFEROS Y SUBSIDENCIA DE TERRENOS EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES. MARCO ESTRATIGRÁFICO Y ESTRUCTURAL

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

Fenómenos de fallamiento del suelo son conocidos en la ciudad de Aguascalientes desde hace más de dos décadas; el agotamiento de los acuíferos que la abastecen se ha venido agudizando en los últimos años. Para dar respuesta a estos problemas, la UAQ y la UNAM han venido desarrollando el "Estudio Integral sobre la Problemática del Agua, Subsistencia y Sismicidad en el Valle de Aguascalientes" para el INAGUA, dependencia del gobierno estatal.

En ese estudio el objetivo central de la Geología ha sido el de proporcionar el conocimiento básico e indispensable a las disciplinas geofísicas, geoquímicas y geohidrológicas para proponer soluciones a tal problemática, la cual actualmente no solo enfrenta la ciudad de Aguascalientes, sino que ya se plantea para todo el valle; este resumen da cuenta de las conclusiones geológicas.

El Valle de Aguascalientes es una depresión topográfica que a lo largo de 80 kms atraviesa de N a S el estado de Aguascalientes, con una anchura máxima de 20 kms en sus extremos septentrional y meridional, y mínima de 10 kms en su parte central; su altitud se sitúa entre los 1850 y 1900 msnmm. Fisiográficamente limita a la Mesa Central de la Sierra Madre Occidental.

La estratigrafía que enmarca el Valle de Aguascalientes está representada por dos secuencias litológicas bien definidas: una cenozoica de origen continental compuesta por lavas, tobas e ignimbritas de composición riolítica y por sedimentos clásticos y volcanoclásticos lacustres poco consolidados; otra mesozoica de origen marino compuesta, por un lado, por tonalitas y dioritas atravesadas por filones de diabasa, lavas basálticas almohadilladas, tobas y cherts con radiolarios, brechas volcánicas y sedimentos calcáreo-terrágenos, y por otro lado, por areniscas y lutitas y calizas. La primera, sin más deformación que un fallamiento normal, descansan en discordancia angular sobre la segunda, plegada y con metamorfismo regional de bajo grado; ésta última constituye el basamento regional de esta parte del país.

Tectónicamente el Valle de Aguascalientes corresponde a un graben (el Graben de Aguascalientes), limitado por dos grandes fallas de orientación casi meridiana sobrepuestas a estructuras de orientaciones NE-SW y NW-SE que confieren a la región un estilo estructural de cuencas y pilares. El subsuelo del valle refleja este mismo estilo estructural, evidenciado por el relleno de sedimentos no consolidados. Para los fines de la Geohidrología se han considerado dos basamentos: uno somero constituido por formaciones no compresibles correspondientes a los términos volcánicos terciarios (entre 300 y 600 m de profundidad a lo largo del valle), y otro profundo representado por las formaciones mesozoicas (a 700 m de la superficie en algunos sitios).

Esta nueva interpretación del marco estratigráfico y estructural del Valle de Aguascalientes, son los parámetros fundamentales para una nueva interpretación geofísica, geoquímica y geohidrológica del mismo. Esto desembocará en un nuevo modelo del o los acuíferos allí presentes. Servirá al mismo tiempo para una mejor interpretación del origen del fallamiento de los terrenos en el valle y con ello predecir los sitios de futura aparición del fenómeno. Agotamiento de acuíferos y subsidencia parecen estar intimamente relacionados.

GEOH-20 CARTEL

TÉCNICAS DE REGULARIZACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Alvarez González Rosa Margarita y Guerrero Grajeda José
UNAM

Correo Electrónico: rmalvarezmx@yahoo.com.mx

Si partimos de la forma operacional $Lh=q$, para un acuífero confinado, donde h es la altura piezométrica, q representa la recarga y extracción, y el operador L depende de los parámetros de transmisividad hidráulica (T) y del coeficiente de almacenamiento (S), la propuesta es presentar alternativas que permitan calcular estimaciones de T a partir de observaciones hobs de la altura piezométrica, que como se sabe, constituye un caso típico de problema inverso muy sensible a perturbaciones en los datos.

Se presentarán también resultados computacionales para un caso real.

GEOH-21 CARTEL

INTERPRETACION DE CURVAS SEV EN EL BAJIO NORTE DEL EDO.DE GUANAJATO

Randall Roberts John Alexander
ICA, Agronomía, Universidad de Guanajuato
Correo Electrónico: randall@redes.int.com.mx

Exploración para agua subterránea en la parte norte del Bajío del Edo. De Guanajuato con SEV (sondeo eléctrico vertical) ha generado un patrón de diagnóstico de la distribución de acuíferos en tres dimensiones que muestra su control estructural y estratigráfico. La coincidencia entre los resultados geofísicos y la producción de los pozos recomendados a través de esta exploración permite una zonificación entre franjas de alto y baja

favorabilidad en referencia a futuras exploraciones. La distribución de SEV's largos está estrechamente ligado a al fondo hidrológico del acuífero, siendo esto el basamiento rocoso (Mesozoico o Terciario inferior) que es una superficie muy irregular y basculada entre fallas, mayormente de tipo transversal (NE-SO). El hecho que El hecho que la exploración se ha realizada sobre un periodo de casi 25 años, ha permitido reflexionar sobre la interpretación y modificarla según nueva información geológica e Hidrológica. Se ha utilizado sondeos propios con tendidos AB/3 (Wenner) entre 300 y 1000 metros. En general, curvas de tipo "H" se encuentran en los grabens y tipo "K" en los Horst; las curvas más complejas como "HKH" y "KHK" son típicas de áreas estructurales complejas frecuentemente asociados con acuíferos semi confinados y a veces multiples. Desde luego la condición hidrológica del Bajío norte ha cambiado durante el periodo del estudio, cambios en producción en ciertas áreas ha ayudado a la interpretación; la geología estructural obviamente sigue siendo lo mismo.

GEOH-22 CARTEL

INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA GEOLÓGICA EN EL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE QUERÉTARO

Carreón Freyre Dora Celia¹, Cerca Martínez Mariano¹, Vargas Cabrera Carlos¹, Luna González Laura², Gámez González Francisco J.³, Hernández Marín Martín¹ y Álvarez Rodríguez Juan³

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.
Correo Electrónico: freyre@geociencias.unam.mx

² Instituto de Geografía, UNAM

³ Comisión Nacional del Agua, Gerencia Querétaro

En este estudio analizamos los registros de piezometría y litología de pozos ubicados en la mitad oriental del graben de Querétaro. Del análisis de los cortes litológicos de pozos disponibles se infiere que el relleno de la cuenca registra un depósito continuo y normalmente graduado desde su formación en el Mioceno Tardío-Plioceno. La secuencia sedimentaria muestra intercalaciones de rocas volcánicas en diferentes niveles. La abundancia de arcillas y limos en la parte superior de la secuencia y el gran espesor de la zona no saturada disminuyen los tiempos de recarga y provocan patrones complejos de flujo en esta zona.

Es importante hacer notar que en el Valle de Querétaro la estructura sedimentaria de la cuenca se encuentra disturbada en zonas de fracturas discretas y localizadas. Estas fracturas son consistentes en dirección (~norte-sur) y dirección del desplazamiento normal, con las fallas regionales que definen una cuenca con estructura de graben cuyos flancos poniente y oriental pueden ubicarse en la Falla Oriente y la Falla San Bartolomé respectivamente. La diferencia del nivel piezométrico entre las partes altas y bajas sugiere que hay un contraste importante en las propiedades hidráulicas de los materiales que se encuentran en estas zonas. Por un lado, en el valle el gran espesor de la zona no saturada y la presencia de estratos limo-arcillosos (particularmente en la parte superficial) que actúan como capas impermeables retardan la llegada de agua superficial por infiltración al acuífero, en la zona de mayor extracción de agua. En las partes altas, predominan las rocas volcánicas fracturadas que ayudan a la infiltración por lo que se consideran zona de recarga y la extracción es menor. La diferencia en el comportamiento del abatimiento piezométrico observado en hidrógramas analizados en ambos lados de la Falla Central y las configuraciones piezométricas utilizando como límites de interpolación las fallas observadas en la superficie, sugieren que estas estructuras tienen una influencia importante en el flujo de agua subterránea. Además, la correlación entre las condiciones estratigráficas con las configuraciones piezométricas obtenidas para las últimas tres décadas, permite proponer un modelo multicapa del acuífero del Valle de Querétaro con un sistema de flujo intermedio entre local y regional.

GEOH-23 CARTEL

**DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIÓN PRINCIPAL DEL
COEFICIENTE DE DISPERSIÓN HIDRODINÁMICA A
TRAVÉS DEL ANÁLISIS ARMÓNICO**

Herrera Barrientos Jaime¹, Norzagaray Campos Mariano²,
Capurro Filograsso Luis A.³ y Monroy Contreras Arturo²

¹ CICESE

Correo Electrónico: jherrera@cicese.mx

² CIIDIR, IPN, Sinaloa

³ CINVESTAV, Mérida

Se determina la dirección principal del coeficiente de dispersión hidrodinámico D de un acuífero libre a través del análisis armónico de la carga hidráulica. Dicho coeficiente es necesario previo al modelado de transporte de solutos de un acuífero, el cual suele considerarse generalmente en la literatura como homogéneo e isotrópico. En este trabajo se determina la dirección principal del coeficiente D a partir del análisis armónico de la carga hidráulica asociada al flujo regional de un acuífero costero. La metodología se aplica al caso del acuífero del Valle de Guasave, Sinaloa, obteniéndose la dirección principal de dicho coeficiente, la cual es prácticamente perpendicular a la línea de costa.

El valor de D se ha obtenido mediante prueba de campo utilizando trazador de cloruro de sodio.

GEOH-24 CARTEL

**INVESTIGACIÓN DE BALANCE HIDROLÓGICO DE
LA CUENCA DE SANTIAGO, BAJA CALIFORNIA SUR**

Wurl Jobst, Martínez Gutiérrez Genaro, Santiago Alarcón
Adriana Gisela y Arce Ojeda José Candelario
UABCS

Correo Electrónico: jwurl@uabcs.mx

El principal recurso hidráulico con que cuenta el estado de Baja California Sur proviene de los acuíferos. Existen muchos factores que provocan su sobre explotación o decaimiento. Con el incremento poblacional crece también la demanda del agua, lo cual conduce a una explotación desmedida; la recarga natural llega a ser insuficiente para restablecer a los acuíferos.

Se realizaron mediciones del escurrimiento en la zona serrana, donde se encuentran las rocas ígneas y metamórficas, para cuantificar el escurrimiento superficial en los arroyos cuyos sedimentos de grava y arena facilitan su infiltración y la recarga de los acuíferos.

El agua subterránea en la cuenca de Santiago proviene de su mayoría de la sierra La Laguna, así es que existe una estrecha relación entre la serranía como proveedora del agua y el valle de Santiago como receptáculo. La cuenca de Santiago se clasifica como subexplotada y la balance hidrológico permite planear un uso sustentable del recurso agua.

Sesión

Geomagnetismo y Paleomagnetismo

Jueves 6 — Viernes 7

SALA "C"

GEOPAL-1

MAGNETIC POLARITY STRATIGRAPHY OF THE TLAYUA FORMATION NEAR TEPEXI DE RODRIGUEZ, STATE OF PUEBLA, MEXICO

Benammi Mouloud¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹ y Alvarado Ortega Jesus²

¹ Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: mouloud@igeofcu.unam.mx

² Depto. de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

The Tlayua Formation is one of richest known Cretaceous fossiliferous localities in the Puebla region. Research of the vertebrates undertaken for several years in the quarry has yielded thousands of fish associated with other vertebrate remains. From the quarry, a total of 95 palaeomagnetic specimens from 31 horizons were measured to determine the palaeomagnetic signal. The limestones are weakly magnetized and exhibit two to three component magnetizations. The magnetic properties and characteristic remanence is predominantly carried by soft and hard coercivity magnetic minerals, most of which probably formed early in the depositional and diagenetic history. Rock magnetic properties and a positive reversal test suggest that the remanence could be of primary origin. The section displays both reverse and normal polarities with a mean directions: ($D = 344.9^\circ$, $I = 32.4^\circ$, $k = 21$, $a95 = 4.2^\circ$; and $D = 149.4^\circ$, $I = -36.6^\circ$, $k = 17$, $a95 = 8.7^\circ$). The comparison with the North America reference direction, indicating a tectonic stability of the region since the Cretaceous. The section exhibits zones of both normal and reverse polarity magnetozones. The correlation of these polarity zones with the geomagnetic polarity time scale provides a time framework for the discrepancy of previous biochronological studies.

GEOPAL-2

CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL LAGO SANTA MARÍA DEL ORO, NAY., MEDIANTE EL USO DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS

Vázquez Castro Gabriel y Ortega Guerrero Beatriz
Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: gvazquez@geofisica.unam.mx

Durante el Cuaternario han existido cambios ambientales considerables a lo largo del territorio mexicano, siendo de particular interés la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), región dentro de la cual en los últimos años se han venido realizando diferentes investigaciones de carácter paleoclimático y paleoambiental en cuencas lacustres, en las cuales se han acumulado paquetes de sedimentos continuos desde periodos que comprenden parte del ultimo glacial (115,000-10,000 a.A.P.) y el interglacial actual (últimos 10,000 años), registrando de una manera indirecta toda la historia climática de cierta región.

El lago Santa María del Oro se encuentra en la parte oeste de la FVT (21.3°N y 104.5°W), cuenta con un diámetro de ~2 km y una profundidad máxima de 65 m. El objetivo principal es estudiar los sedimentos superficiales desde el punto de vista de propiedades magnéticas y físicas, e interpretarlas en términos de variaciones climáticas y/o ambientales para los últimos 2,500 años, con ayuda de análisis geoquímicos, polen, diatomeas y ostrácodos.

Se perforaron cuatro núcleos en distintos sitios de la parte occidental del lago con un tirante de agua entre 8 y 12 m; la columna de sedimentos recuperada presenta una longitud máxima de 9 m. Los sedimentos presentan intercalaciones de arenas y limos de diferentes tonalidades (negro, pardo, ocre y rojo), en laminaciones desde algunos milímetros hasta 3 cm de espesor. De los estudios de susceptibilidad magnética en los núcleos se ha podido establecer una buena correlación lateral y ha sido posible observar grandes diferencias en la concentración de minerales magnéticos a lo largo de la columna; los datos de susceptibilidad vs. temperatura indican que la fase magnética primordial es la magnetita y Ti-magnetitas, aunque se ha registrado por Fluorescencia de Rayos X que los horizontes de color ocre (con contenido alto de CaCO₃), presentan un comportamiento que posiblemente refleja la presencia de siderita. De las pruebas de susceptibilidad magnética, magnetización remanente anhística e isothermal, ciclos de histéresis, así como los de remanencias y susceptibilidad en varias frecuencias a bajas temperaturas (muestras individuales), se ha podido corroborar las mismas fases dominantes. La presencia de Ti-magnetitas se interpreta como derivada de las rocas ígneas cercanas a la cuenca, así como de eventos piroclásticos específicos debido a la presencia de cenizas volcánicas en ciertos intervalos de la columna. La magnetita pura puede tener un origen tanto detrítico como secundario, y la siderita se interpreta como derivada de procesos autógenos en los sedimentos.

De los análisis sedimentológicos (granulometría), petrografía y microscopio electrónico, se ha podido determinar la concentración, tipo de minerales, composición química, así como la distribución del tamaño de granos magnéticos, lo cual ha dado la posibilidad de realizar una caracterización de la historia de los cambios ambientales de toda la secuencia sedimentaria en términos de procesos geológicos como son: el intemperismo, erosión, vulcanismo, etc, así como de sus condiciones de formación o conservación dentro de la cuenca como son la óxido-reducción.

GEOPAL-3

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ANÁLISIS MAGNÉTICO DE SEDIMENTOS MARINOS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO

Rodríguez Chávez Francisco, Mendoza Cervantes Kerén, Urrutia Fucugauchi Jaime y Salas de León David

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: pacorron1@yahoo.com

El Golfo de Tehuantepec presenta una plataforma homogénea de relieve suave localizada en la zona de interacción de las placas Cocos, Norteamericana y el Ridge de Tehuantepec.

En esta plataforma o zona de fractura el depósito sedimentario es aparentemente homogéneo y podría preservar el registro magnético de la evolución paleoambiental de la zona. Este trabajo reporta los resultados preliminares del análisis de parámetros magnéticos en muestras de sedimento obtenidos de las labores de inspección del suelo marino del Océano Pacífico frente a las costas de Chiapas y Oaxaca durante la campaña oceanográfica realizada en el Golfo de Tehuantepec, Mexico durante el mes de junio del año en curso. Los datos se colectaron a bordo del Buque Oceanográfico El Puma en 40 estaciones obteniendo alrededor de 118 muestras de las que se midió la intensidad y susceptibilidad magnética. Con el objetivo de observar el comportamiento de estos parámetros en diferentes estratos del suelo marino se obtuvieron muestras a diferentes profundidades. La

mayoría de las estaciones corresponden a profundidades entre 100-500 m, sin embargo algunas se localizan en áreas más cercanas a la zona de subducción de la Trinchera Mesoamericana en las que la profundidad llegó a ser 1500 m.

GEOPAL-4

PRELIMINARY EVIDENCE OF A DRY MID-HOLOCENE EPISODE FROM VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO, CENTRAL MEXICO

Byrne Roger¹, Conserva María Elena¹, Park Junjae¹, Böhnelt Harald² y Molina Garza Roberto²

¹ University of California, Berkeley, California, USA

Correo Electrónico: rmolina@geociencias.unam.mx

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro., México

We present results for a joint UC/UNAM investigation of the sediments of the maar lakes of Valle de Santiago volcanic field. We recovered two cores from Hoya Rincón de Parangueo, one core from Hoya La Alberca, and three cores from Hoya San Nicolás. Collectively these cores may cover approximately the last 10,000 years; maximum penetration of the cores is 11m. Valle de Santiago includes a series of crater lakes on the flood plain of the Lerma River (20°23'-101°17') at an altitude of about 1750 m in the central Mexico volcanic highlands. The site is about 60 km to the north of the well-known Pátzcuaro lake record and is under the influence of similar climate patterns. New pollen evidence from two of the Santiago Maar Lakes (La Hoya de San Nicolás and La Alberca) indicates that the earlier interpretations of Brown's La Hoya pollen record (Brown, 1984) are in error. Most importantly, the prominent mid to late Holocene pine dominance that Brown reported from La Hoya appears to be an artifact of differential pollen preservation and not the result of pines actually growing within the crater. An alternative explanation is that a prolonged dry phase, which ended ca., 3000 radiocarbon years B.P., caused the Hoya San Nicolás lake to desiccate, and that this caused the destruction of the less resistant pollen grains within the sediment. Rock magnetic analyses include: magnetic susceptibility and its frequency dependency, ARM and IRM acquisition in 7 cc cubes continuously obtained from the cores, as well as identical measurements on U-channels. We also collected hysteresis and limited Ms-T data. There is a good correlation between the UC-UNAM cores and previous work by Brown (1985) based on magnetic susceptibility. This provides a preliminary chronology based on 11 radiocarbon dates. A set of charcoal samples from the La Hoya core has been submitted for AMS radiocarbon dating and further analyses are planned on the geochemistry of the sediments in order to test the desiccation hypothesis. The most remarkable observation in the magnetic record from San Nicolás is a change in concentration, mineralogy and grain size at ~4m below the surface. An increase in k and SIRM is abrupt, but other parameters appear to change gradually and somewhat erratically (S-ratio, arm/irm, Xfd, and Mrs/Ms). These changes suggest: (1) higher concentrations of magnetic material and higher contributions from "soft" magnetic phases during the mid-Holocene, as well as a general increase in grain size that marks the transition. A second feature in the record, dated at approximately 2.5-3 kyr BP, is a marked decrease in k, IRM, ARM/IRM ratio, S-ratio, and kfd. The low magnetic susceptibility section at the bottom of San Nicolás 6 is almost certainly due to a dry phase during which the lake desiccated.

GEOPAL-5

NUEVOS RESULTADOS DE ARQUEOMAGNETISMO SOBRE ESTUCOS DEL CENTRO DE MÉXICO

Rodríguez M.¹, Guerrero X.¹, Soler Arechalde Ana María¹, Ramírez O.¹, Gogichaishvili Avto¹, Caballero Miranda Cecilia.¹, Hueda Tanabe Y.² y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹ Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: avto@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Escuela Nacional de Antropología e Historia

Se presentan nuevos resultados de investigaciones de magnetismo de rocas y arqueomagnetismo realizadas sobre estucos de asentamientos prehispánicos del centro de México. Se analizan muestras tanto quemadas como no quemadas de Xalla, Tlatelolco, Templo Mayor, Santa Cruz Atizapán y Valle del Mezquital. Las direcciones características determinadas en este estudio son consideradas de origen primario. La investigación termomagnética muestra que la remanencia es portada en la mayoría de los casos por magnetita o titanomagnetita pobre en Ti. El espectro de temperaturas de desbloqueo y puntos relativamente altos de coercitividad apuntan a estructuras pequeñas de dominio pseudo-sencillo, como las responsables de la magnetización remanente. Tendencias lineales, que indican una sola componente de la magnetización, fueron observados en la mayoría de los diagramas vectoriales. Las direcciones medias por sitio, son consistentes con la curva maestra de referencia disponible para Mesoamérica.

GEOPAL-6

PALEOMAGNETISMO DE LAS SECUENCIAS VOLCÁNICAS DE LOS ALTOS DE JALISCO: (FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA)

González Rangel José Antonio¹, Gogichaishvili Avto¹, Alva Valdivia Luis¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Rosas Elguera José², Zhao Xixi³ y Coe Robert³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: avto@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

³ Earth Science Dept, University California Santa Cruz, CA, USA

Realizamos un estudio paleomagnético de magnetismo de rocas sobre secuencias volcánicas pertenecientes a la Faja Volcánica Transmexicana, ubicadas en la región de Los Altos de Jalisco. Cerca de 330 núcleos paleomagnéticos estándar orientados, que corresponden a 43 unidades volcánicas, se colectaron en la localidad de Atotonilco y Jesús María. Se efectuaron varios experimentos de magnetismo de rocas para identificar los portadores magnéticos y obtener información sobre su estabilidad paleomagnética. Así mismo uno de los objetivos fue el realizar una prueba de la hipótesis de un probable desplazamiento lateral izquierdo, a lo largo de la FVT y conducir experimentos en algunos flujos de basalto, para determinar la paleointensidad del campo geomagnético. La edad de las unidades volcánicas varía entre los 13.5 y 12.0 Ma, según datos radiométricos disponibles en esta área.

Los experimentos combinados con estudios microscópicos muestran que el principal mineral magnético es titanomagnetita pobre en Ti asociados con exsoluciones de ilmenita.

En la mayor parte de las muestras fue observada una componente estable y sencilla de magnetización, en los dos tratamientos de desmagnetización (termico y campos magnéticos alternos). Generalmente se presenta una componente secundaria de probable origen viscoso, que podría ser de la dirección del campo magnético actual, pero que es fácilmente removida en las primeras etapas. En la mayor parte de las muestras las temperaturas de bloqueo están en el rango de 550 a 570°C y el rango de los campos destructivos principalmente están en el intervalo de 30-60 mT. Mediciones continuas de susceptibilidad y experimentos de histéresis, resultaron en muchos casos en curvas razonablemente reversibles con puntos de Curie cercanos a los de magnetita con dominios pseudo-sencillo. Las paleodirecciones medias calculadas de todos los sitios después de descartar polaridades intermedias es $I=27.6^\circ$, $D=346.0$ $\sigma_{95}=3.5^\circ$ difieren en 15° con las direcciones esperadas para el Mioceno Tardío.

GEOPAL-7

COMBINED PALEOMAGNETIC AND PETROMAGNETIC STUDY OF THE UPPER CRETACEOUS VOLCANIC SEQUENCE IN WESTERN MEXICO: IMPLICATIONS FOR TECTONICS AND MAGNETOSTRATIGRAPHY OF THE JALISCO BLOCK

Gonzalez Ranguel José Antonio¹, Gogichaishvili Avto¹, Alva Valdivia Luis¹, Rosas Elguera Jose², Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Soler Arechalde Ana Maria¹ y Caballero Miranda Cecilia¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: avto@geofisica.unam.mx

² Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

Results of detailed paleomagnetic studies of the Upper Cretaceous Autlan volcanic sequence from the Sierra Cacoma area (Jalisco block, western Mexico) are reported. The 67.4 ± 1.2 Ma whole-rock K-Ar date for these lavas and the magnetic polarity stratigraphy indicate that flows were emplaced after the Cretaceous Normal Superchron and just prior to the Cretaceous-Tertiary boundary. Fifteen sites (about 150 oriented samples) were collected along two vertical profiles. Rock-magnetic experiments permit identification of magnetic carriers and assessment of the paleomagnetic stability. Continuous susceptibility measurements vs temperature in most cases yield reasonably reversible curves with Curie points close to magnetite. Judging from the ratios of hysteresis parameters, all samples fall in the pseudo-single domain grain-size region, probably indicating a mixture of multi-domain and a significant amount of single-domain grains. Reliable paleomagnetic directions were obtained for 14 sites, corresponding to two normal and twelve reverse polarity sites. Lowermost flows in the sequence yield reverse polarity magnetization, and probably formed during chron 31r of the reference geomagnetic polarity time scale. The remaining flows, including those belonging to radiometrically dated sites, correspond to chron 30n. These tentative magnetic correlations suggest that the entire volcanic sequence was emplaced during a time span of about 2 Ma. The mean paleodirection obtained from 14 sites is $I=44.2^\circ$, $D=320.6^\circ$, $k=45$, $a_{95}=6.0^\circ$. The mean inclination is in reasonably good agreement with the expected value for 65 and 70 Ma, as derived from reference poles for the North American craton. Declination is significantly different from expected ($D=345.8^\circ$ for 65 Ma and $D=346.2^\circ$ for 70 Ma), which suggests a counterclockwise tectonic rotation of about 25° for this region within the Jalisco block.

GEOPAL-8

PALEOMAGNETIC AND GEOLOGICAL STUDIES IN THE CAMARGO VOLCANIC FIELD, CHIHUAHUA STATE, MÉXICO

Royo Ochoa Miguel¹, Alva Valdivia Luis², Guguitchaichvili Avto², Urrutia Fucugauchi Jaime², Chávez Aguirre Rafael¹, Reyes Cortés Ignacio Alfonso¹, Chávez Rodríguez Adolfo¹ y Arredondo Guerrero Pedro²

¹ Facultad de Ingeniería, UACH

Correo Electrónico: mroyo@uach.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Results of a geological, rock-magnetic, paleomagnetic and microscopic studies on the Camargo volcanic field (CVF) from Chihuahua State (northern Mexico) are reported. The field is formed by a basalt plateau and ~300 thin lava flows and tephra cones, and extends over an area of ~2500 square kilometers. The occurrence of mantle and lower crust xenoliths in the alkaline basaltic rocks of La Olivina Mine, in the northern sector of the field, suggest rapid magma ascent rates. The magnetic study concentrates on the rock-magnetic properties of the cones and the lava field, 302 oriented samples were collected in 35 volcanic units. Remanences are carried in most cases by Ti-poor titanomagnetites and magnetites, resulting of oxy-exsolution of original titanomagnetite during the initial flow cooling. For few units, remanence seems to be carried by (titano)hematites as attested by unblocking temperature spectra or by secondary titano(maghemite). Judging from the ratios of hysteresis parameters, all samples fall in the pseudo-single domain state region. Most units (25) show reverse polarity magnetizations, with only 4 units are showing normal polarity. Available radiometric dating gives an age range for the field between 4.73 Ma and 0.09 Ma, which together with the magnetostratigraphic results suggest a relatively short emplacement time for the volcanic field. The mean preliminary paleomagnetic direction obtained for the Camargo volcanic field is $I=30.6^\circ$, $D=341.3^\circ$, $k=19$, $a_{95}=9.8^\circ$, which deviates counterclockwise from the expected direction estimated from the North American apparent polar wander path. This suggests a vertical-axis tectonic counterclockwise rotation of about 20° relative to stable North America.

GEOPAL-9

PALEOMAGNETISMO Y FÁBRICA MAGNÉTICA EN PLUTONES DE LA SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y MODELOS DE EMPLAZAMIENTO

Molina Garza Roberto¹, Böhnelt Harald¹ y Delgado Argote Luis A.²

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro
Correo Electrónico: rmolina@geociencias.unam.mx

² Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Un muestreo paleomagnético regional de los plutones San José y San Pedro Mártir, al noreste de San Quintín, revela magnetizaciones características de alta coercitividad y temperatura máxima de bloqueo por arriba de los 600°C. La dirección media de la magnetización característica es fuertemente discordante para el plutón San José, y moderadamente discordante para el plutón San Pedro. En ambos casos, la dirección de la magnetización indica basculamiento hacia el suroeste (de 25° a 45°). Los datos paleomagnéticos, junto con la

geología regional, la petro-fábrica y datos de termocronología, sugieren que la deformación de los plutones está asociada a la tectónica transpresional del Cretácico y al emplazamiento del batolito. Para mejor entender los mecanismos de emplazamiento y el régimen tectónico existente durante el emplazamiento, las muestras de los sitios paleomagnéticos fueron sujetas a medición de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (AMS). La fábrica magnética del plutón de San José está fuertemente desarrollada, con grados de anisotropía altos ($P=1.14$ a 1.40), pero una marcada asimetría que contrasta con la simetría norte-sur del plutón. Fábricas oblatas ($T \sim +0.4$) con lineaciones dispersas son dominantes en el costado oeste del plutón y fábricas proladas ($T \sim -0.15$) con lineaciones fuertemente inclinadas o semi-verticales se observan en su costado este. Esta fábrica parece indicar direcciones de flujo. El plutón San Pedro, un plutón de mayor tamaño y sensiblemente asimétrico, tiene un alto grado de anisotropía magnética en su porción oeste, con valores de $P \sim 1.2$ y fábricas oblatas ($T \sim +0.4$) bien definidas por mínimos horizontales este-oeste (perpendiculares al contacto del plutón). En cambio, la parte este del plutón tiene poca anisotropía ($\sim 1.06-1.10$) lo cual es más típico de rocas ígneas. La fábrica cerca del contacto este del plutón también es oblada ($T \sim +0.6$), pero en su interior no está claramente definida. Esos datos apoyan modelos que sugieren arrastre en el lado oeste del plutón San Pedro, a lo largo de la zona de deformación llamada el Main Mártir Thrust durante el ascenso y emplazamiento del plutón, facilitando el basculamiento del plutón San José.

GEOPAL-10

PALEOMAGNETISMO DEL CAMPO VOLCANICO SAN QUINTIN, BAJA CALIFORNIA

Böhnel Harald¹, Delgado Argote Luis A.², Negendank Jörg³ y Nowaczyk Norbert³

¹ UNAM

Correo Electrónico: hboehnel@geociencias.unam.mx

² CICESE

³ GFZ Potsdam

23 flujos de lava del campo volcanico San Quintin han sido muestreados para estudios paleomagneticos. La edad de las rocas cubre el rango de $\sim 30 - 160$ ka, y segun la geoquímica se caracterizan como basaltos intraplaca tipo MORB. Las propiedades magnéticas concuerdan con esto, ya que frecuentemente las temperaturas Curie son muy bajas, indicando la presencia de titanomagnetitas con alto contenido de titanio, $x > 0.6$. Las direcciones medias son de polaridad normal y varían alrededor de la dirección esperada, excepto por un sitio con una dirección intermedia. Las paleointensidades son bajas, variando entre ~ 6 y $20 \mu T$. Estos valores bajos podrían ser relacionadas a las excursiones geomagnéticas de Laschamp o Blake, aunque las edades reportadas no favorecen esta posibilidad.

GEOPAL-11

PALEOSECULAR VARIATION AND PALEOMAGNETIC POLES OF BASALTS FROM PARANÁ MAGMATIC PROVINCE, BRAZIL: GEODYNAMIC IMPLICATIONS

Alva Valdivia Luis¹, Gogichaishvili Avto¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹ y Ferreira Lopes Omar²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: lalva@geofisica.unam.mx

² Depto. de Geología, Universidad Federal de Parana, Brazil

A paleomagnetic study was carried out along two sections (altogether 35 lava flows, 300 samples) in the central Parana Magmatic province (PMP), Brazil. The two sections, distanced ca. 200 km apart, yield statistically indistinguishable paleomagnetic poles. The combined paleomagnetic pole with coordinates $-85.7^\circ N$, $197.9^\circ E$ ($A95 = 2.6^\circ$, $N = 35$) is statistically different from previously published paleomagnetic poles for other sections of PMP. We suggest that this angular difference, as well as differences between previously published poles, is caused by undetected local tectonic rotations not easily identified in the often-poorly exposed lavas of the PMP.

A joint analysis of all published PMP paleomagnetic data indicate that paleosecular variation, estimated as the angular standard deviation (ASD) of the virtual geomagnetic pole distribution, does not support the suggestion of anomalously high secular variation at low latitudes in the 110-195 Ma period (McFadden et al., 1991). All ASD estimates are, in fact, in better accordance with latitudinal dependence estimates derived from the curve for the 0-5 Ma period. Moreover, we find that all PMP paleomagnetic poles lie $\sim 10^\circ$ away from the pole predicted by an assumed fixed hotspot reconstruction of South America. The PMP paleomagnetic poles, therefore, call for either true polar wander or motion of Indo-Atlantic hotspots.

GEOPAL-12

ON THE LONG-TERM VARIATION OF GEOMAGNETIC FIELD STRENGTH: A CAUTIONARY NOTE

Gogichaishvili Avto¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Alva Valdivia Luis¹, Riisager Peter² y Riisager Janna³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

avto@geofisica.unam.mx

² Earth Sciences Department, University of California Santa Cruz

³ Geological Museum, University of Copenhagen

Correctly selected worldwide paleointensity data do not match recently proposed trends for the long-term variation of geomagnetic field intensity. Moreover, it appears that there is no simple relation between magnitude of Earth's magnetic field and reversal rate. Mesozoic Dipole Low may be still considered as untenable. More reliable determinations are strongly needed before firmly establishing the direct links between paleointensity and global geodynamic processes.

GEOPAL-13

PALEOMAGNETISM AND ABSOLUTE PALEOINTENSITY OF THE JURASSIC LA NEGRA FORMATION, NORTHERN CHILE

Morales Juan, Gogichaishvili Avto, Alva Valdivia Luis y Urrutia Fucugauchi Jaime
 Instituto de Geofísica, UNAM
 Correo Electrónico: jmorales@geofisica.unam.mx

A detailed paleomagnetic investigation was carried out on the Jurassic La Negra Formation. A total of 32 consecutive lava flows (about 280 standard paleomagnetic cores) were collected. Several rock-magnetic experiments were carried out in order to identify the magnetic carriers and to obtain information about their paleomagnetic stability. Continuous susceptibility measurements with temperature yield in most cases reasonably reversible curves with Curie points close to that of Ti-poor titanomagnetite. Titanomagnetites seems to be the main magnetic carrier in a few cases. Judging from the ratios of hysteresis parameters, it seems that all samples fall in the pseudo-single domain grain size region, probably indicating a mixture of multidomain and a significant amount of single domain grains. Twenty five flows yielded reliable paleomagnetic results. The mean paleodirection obtained in this study is $I = -30.7^\circ$, $D = 11.3^\circ$, $k = 18$, $a_{95} = 6.8^\circ$, $N = 25$. Combining all currently available data, including those obtained in previous studies for La Negra volcanic sequence, we obtained a well-defined mean paleomagnetic direction with $I = -33.9^\circ$, $D = 10.5^\circ$, $k = 15$, $a_{95} = 6.1^\circ$, $N = 40$. These directions are in good agreement with the expected paleodirections at about 180 Ma which indicates that studied units do not show evidence for significant tectonic rotation. Fifteen sites yield reverse polarity magnetization and 11 flows are normally magnetized. The tentative direct magnetostratigraphic correlation suggests that La Negra volcanics have been emplaced during a relatively large time span of about 5 My. Only twenty-six samples with apparently preserved primary magnetic mineralogy and without secondary magnetization components, were pre-selected for Thellier paleointensity determination. Eleven samples coming from 4 lava flows yielded reliable paleointensity estimates. The flow-mean Virtual Dipole Moments range from 3.7 ± 0.9 to 7.1 ± 0.5 (10^{22} Am²). This corresponds to a mean value of $5.0 \pm 1.8 \times 10^{22}$ Am², which is in reasonably good agreement with other comparable quality paleointensity determinations from the middle Jurassic.

GEOPAL-14

FURTHER ABSOLUTE GEOMAGNETIC PALEOINTENSITIES FROM BAJA CALIFORNIA: EVALUATION OF PLIOCENE AND EARLY/MIDDLE PLEISTOCENE DATA

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto¹, Cañon Tapia Edgardo² y Negrete Raquel²
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
 Correo Electrónico: jmorales@geofisica.unam.mx
² Depto. de Geología, CICESE

From a large collection (more than 300 oriented cores) of Baja California Mio-Pliocene volcanic units sampled for magnetostratigraphy and tectonics, 46 samples were selected for Thellier paleointensity experiments because of their low viscosity index, stable remanent magnetization and close to reversible continuous thermomagnetic curves. 19 samples, coming from 4 individual basaltic lava flows, yielded reliable paleointensity estimates

with the flow-mean virtual dipole moments (VDM) ranging from 3.6 to 6.2×10^{22} Am². Our results, although not numerous, are of high technical quality and comparable to other paleointensity data recently obtained on younger lava flows. The NRM fractions used for paleointensity determination range from 38 to 79% and the quality factors varies between 4.8 and 16.7, being normally greater than 5. Combination of Baja California data with the available comparable quality Plio-Pleistocene paleointensity results yield a mean VDM of 6.3×10^{22} Am², which is almost 80% of the present geomagnetic axial dipole. Reliable paleointensity results for the last 5 Ma are still scarce and of dissimilar quality, which makes hard to draw any firm conclusions regarding the Pliocene and early/middle Pleistocene evolution of the geomagnetic field.

GEOPAL-15

PALEOINTENSIDADES POR EL MÉTODO DE MICROONDAS EN FLUJOS DE LAVA HISTÓRICOS DEL VOLCÁN PARICUTÍN, MÉXICO CENTRAL

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto¹, Gratton Martin², Alva Valdivia Luis¹ y Urrutia Fucugauchi Jaime¹
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
 Correo Electrónico: jmorales@geofisica.unam.mx
² Geomagnetism Lab. University of Liverpool

En este estudio reportamos una investigación detallada de magnetismo de rocas y de paleointensidades en flujos de lava históricos del volcán Parícutín, comprendidos entre 1943 y 1948. Estos flujos de lava se caracterizan por estar bien preservados, bien expuestos y con afloramientos frescos y extensos. La mayoría de las muestras tienen asociados diagramas uni-vectoriales. Las curvas de magnetización remanente isoterma (IRM) muestran saturación en campos de intensidad moderada a alta, sugiriendo la serie de las titanomagnetitas como responsables de la remanencia. La estimación de los portadores magnéticos con base en experimentos de histéresis magnética resulta ser, probablemente, titanomagnetitas ricas en hierro con comportamientos de dominio sencillo o pseudo dominio sencillo. Se aplicó la técnica de paleointensidades por microondas a muestras seleccionadas empleando tanto la modificación de Kono y Ueno (1977) cuanto la de Coe (1978) al método de Thellier. Las muestras estudiadas dieron valores de paleointensidad (PI) significativamente diferentes de los valores esperados. La dispersión observada puede ser atribuida a una magnetización termoquímica remanente mas que a una magnetización termoremanente verdadera. Es necesario estudiar flujos de lava históricos adicionales a fin de determinar si el fracaso de los experimentos de PI es debido a características internas de los flujos de lava del volcán Parícutín.

GEOPAL-16

MAGNEKIT: UNA NUEVA HERRAMIENTA DE COMPUTO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS MAGNETOMÉTRICOS

Hernández Ordóñez Rodrigo, Lora de la Fuente Carlos, Cifuentes Nava Gerardo y Hernández Quintero Juan Esteban
 Instituto de Geofísica, UNAM
 Correo Electrónico: rodrigo13@yahoo.com

Se presenta una nueva herramienta para procesamiento de datos magnetométricos acorde con los procesos convencionales realizados a dichos datos (corrección temporal, cálculo de gradiente, continuaciones analíticas, reducción al polo y derivadas). Para estos

procesos existe la opción no sólo de trabajar con líneas, sino también con superficies, esto es, el software tiene la capacidad de proceso en 1-D y 2-D. Este software que hemos denominado MagneKit, está escrito en lenguaje de programación MATLAB, que es una herramienta matemática de computo y el lenguaje es similar al lenguaje C.

El MagneKit al mismo tiempo de contener a los procesos más socorridos en exploración magnética, cuenta con una interfaz que ha sido diseñada de tal forma que el usuario tenga un manejo sencillo del software, como el popular sistema operativo Windows. También ha sido comparado con otros programas similares, como el MAGMAP de Geometrics y el Potential Field Programs del USGS y ha sido utilizado en nuestro país con resultados satisfactorios. Existen diferencias en estas comparaciones, pero es normal, ya que los algoritmos programados en cada uno de ellos, difieren.

Esta herramienta fue diseñada para algunos casos particulares, sin embargo ahora es extendido para su uso en cualquier estudio y en cualquier parte del mundo. Si bien esta versión aún no es libre (debido al lenguaje en que fue programada), el siguiente paso en este proyecto es que no tenga restricciones de software para su utilización.

GEOPAL-17

PROSPECCIÓN MAGNETOMÉTRICA EN TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO Y RESTOS FÓSILES HUMANOS

Mendoza Cervantes Kerén¹, Rodríguez Chávez Francisco², Urrutia Fucugauchi Jaime², Morett Alatorre Luis³, Blanco Jorge⁴ y Barba Pingarrón Luis⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: kerenmacs@yahoo.com

² Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

³ Museo Nacional de Agricultura, Universidad Autónoma de Chapingo

⁴ Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

Con la finalidad de definir la posible existencia de actividad antrópica antigua cercana al hallazgo de restos óseos encontrados por arqueólogos de la Universidad de Chapingo en las inmediaciones de Texcoco, Edo. México, se prospectó con magnetometría y radar de penetración un área de 5000 m² aproximadamente. Esta zona representa un sector de la Cuenca de México caracterizado por relleno sedimentario fundamentalmente lacustre lo que sugiere que las condiciones fueron propicias para el desarrollo de actividad humana.

De acuerdo a las características del enterramiento y a estudios de fechamiento realizados a los restos óseos, se puede considerar que estos se asocian a la actividad humana más antigua en la cuenca de México, por esta razón se espera que la respuesta resalte el magnetismo termorremanente o incremento superficial de susceptibilidad debido a la concentración de minerales magnéticos producidos por el uso de fogones o actividad de siembra y que se correlacionaría a la posible ubicación de posibles pequeños asentamientos humanos. Se reportan los resultados del análisis de los datos magnéticos adquiridos a manera de reconocimiento sobre líneas con dirección EW espaciadas cada 4m. La prospección se detalló creando una retícula orientada NS conformada por estaciones a cada metro.

GEOPAL-18

SONIDOS EN LA MAGNETOSFERA TERRESTRE, EN OTROS PLANETAS Y EL MEDIO INTERPLANETARIO

López Cruz-Abeyro José, Pérez Enríquez Roman y Kotsarenko Anatoliy

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.
Correo Electrónico: lcabeyro@geociencias.unam.mx

El estado electrodinámico del entorno espacial cerca de la Tierra, en otros planetas, en el medio interplanetario, interestelar e intergaláctico es sumamente complejo debido al movimiento y transporte de plasma, así como el de las partículas individuales. Por otro lado, esta dinámica, aunada a la inestabilidad de los plasmas y partículas individuales lleva consigo la generación de ondas de una gran variedad morfológica. El propósito de este trabajo es mostrar algunos ejemplos de esta variedad morfológica en medios como las magnetosferas terrestre y de otros planetas, y el medio interplanetario. Se muestra los espectrogramas de las señales que nos dan mucha información física importante, así como la posibilidad de escuchar la riqueza armónica de estos eventos que se manifiestan en el espacio.

GEOPAL-19 CARTEL

ANÁLISIS ARMÓNICO EN LA DETECCIÓN DE FENÓMENOS GEOMAGNÉTICOS

Nava Flores Mauricio, Cifuentes Nava Gerardo y Hernández Quintero Juan Esteban

Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: gercifue@igeofcu.unam.mx

Se presenta un método de análisis armónico como ayuda para la detección de fenómenos y determinación de parámetros del Campo Geomagnético aplicado a un sistema estándar moderno de datos digitales. Los datos del sistema INTERMAGNET del Observatorio Magnético de Teoloyucan (México) son usados para tal fin, basados en la componente F (intensidad total) medida a través de un magnetómetro de precesión protónica Geometrics G856 con un intervalo de muestreo a cada 60 segundos y corroborados por un variógrafo fluxgate que muestrea a cada 5 segundos, obteniendo valores medios a minuto y horarios para llevar a cabo el análisis armónico. Un programa en Matlab se desarrolló específicamente para llevar a cabo este análisis con diversas opciones de proceso dentro de su ruta crítica.

La determinación manual y automática de los días calmados y perturbados mediante el análisis armónico es concordante y satisfactoria al compararla con las fechas establecidas internacionalmente por los sistemas del Servicio Internacional de Índices Geomagnéticos (ISGI) para los observatorios que forman parte de este y que son el patrón internacional de referencia. Igualmente tenemos resultados satisfactorios para la determinación de los índices geomagnéticos mas comunes (K).

Por otra parte pruebas con otras componentes del Campo Geomagnético (D, I, H, X, Y, Z) dan resultados igual de satisfactorios sobre todo para la determinación de días calmados y perturbados del registro, tomando en cuenta sobre todo los espectrogramas y el contenido de energía de tales señales.

GEOPAL-20 CARTEL

ESTUDIOS ARQUEOMAGNÉTICOS SOBRE ALGUNAS PINTURAS MURALES PRECOLOMBINAS

Gogichaishvili Avto¹, Soler Arechalde Ana María¹, Zanella E.²,
Chiari G.³, Lanza R.², Urrutia Fucugauchi Jaime¹ y González
Tomás¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: avto@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Università di Torino, Italy

³ Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA

Se muestran los resultados de un estudio arqueomagnético detallado sobre murales de las ciudades prehispánicas de Cacaxtla, Cholula, Tajín y Templo Mayor. Las mediciones preliminares de al menos cuatro murales con edades entre 200 aC y 1450 dC, muestran que la remanencia magnética es portada por pigmentos utilizados para preparar los colores rojos. En la mayoría de los especímenes, una magnetización característica pudo ser aislada mediante el método de campos alternos. Las direcciones medias por sitio son consistentes con la curva maestra disponible para Mesoamérica (Hueda et al., 2000). Se están llevando a cabo análisis mineralógicos para la mejor identificación de los pigmentos. Los experimentos de adquisición de magnetización remanente isothermal (IRM) muestran que las propiedades magnéticas de los pigmentos difieren de un sitio a otro.

GEOPAL-21 CARTEL

PALEOMAGNETISMO DE UNIDADES IGNEAS Y SEDIMENTARIAS DEL AREA DE ZIHUATANEJO-PAPANOA-ACAPULCO, SUR DE MÉXICO

Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Soler Arechalde Ana María¹, Zhao
Xixi², Girdler S.³, Coe Robert², Gogichaishvili Avto¹ y Alva
Valdivia Luis¹

¹ Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de
Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Earth Sciences Department, University of California, Santa Cruz,
California, USA

³ Paleomagnetic Lab. IGP, UMR, Paris, France

Se reportan los resultados sobre unidades de calizas, rocas volcánicas extrusivas e intrusivas del área de Zihuatanejo-Papanao-Acapulco, en el margen continental sur de México. Desmagnetización térmica y mediante campos alternos permitió el aislamiento de una magnetización característica bien agrupada (ChNRM), después de haber removido una componente secundaria de tipo 'suave'. La ChNRM presenta dominante polaridad normal. El espectro de coercitividad y temperatura de desbloqueo como también experimentos de dependencia de susceptibilidad de baja frecuencia con la temperatura y adquisición de IRM sugieren que los portadores de la magnetización son tanto hematita como magnetita. La obtención de paleodeclinaciones discordantes sugieren la ocurrencia de rotaciones sobre ejes verticales. La comparación de ChNRM para las secuencias de calizas y para los diques e intrusivos señalan, la posibilidad de un evento regional de remagnetización. Este evento puede estar relacionado a la truncación Paleógena del margen continental y a la migración lateral del magmatismo y actividad tectónica, asociada al movimiento de gran escala del bloque de Chortis, a través del margen desde una paleoposición cerca del área de Zihuatanejo. El truncamiento del margen está expresado por la

ausencia de un cinturón de alta-presión / baja-temperatura y ensambles de acreción Mesozoicos, y la localización anómala del cinturón magmático Cretácico tardío – Terciario temprano en la línea de costa. Un mayor número de estudios es necesario para establecer la naturaleza y edad de la adquisición de la ChNRM y la determinación del tiempo de la ocurrencia de la actividad de tectónica y magmática.

GEOPAL-22 CARTEL

PALEOMAGNETISMO Y GEOQUÍMICA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL, MÉXICO CENTRAL

Conte G., Urrutia Fucugauchi Jaime, Gogichaishvili Avto,
Soler Arechalde Ana María, Morton Bermea Ofelia y Incoronato
A.

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de
Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: avto@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Se presentan los resultados de los estudios de paleomagnetismo y paleointensidades efectuados sobre las unidades volcánicas del Popocatepetl. El Popocatepetl es uno de los más grandes volcanes activos de naturaleza calco-alcalinas del arco magmático, y que ha estado activo desde 1994. Las unidades estudiadas en su mayoría por andesitas y una traquiandesita, todas ellas muestran composiciones de trazas y tierras raras similares. Experimentos de magnetismo de rocas muestran que la remanencia en la mayoría de los casos por titanomagnetitas pobres en Ti, resultado de la oxi-exsolución de la titanomagnetita original durante la etapa inicial de enfriamiento del flujo. El espectro de temperaturas de desbloqueo y los puntos relativamente altos de alta coercitividad indican pequeñas estructuras de dominio pseudo-sencillo para las titanomagnetitas. En los diagramas de Zijdeveld, su mayoría son de tipo lineal indicativos de la presencia de una sola componente de la magnetización. Todos los sitios estudiados muestran polaridades normales, de acuerdo con estudios anteriores. Evidencia de la presencia de magnetizaciones debido a la caída de rayos fue observada en un sitio. El resultado de la combinación de todos los datos paleomagnéticos disponibles para los flujos de lava del volcán Popocatepetl da una dirección media de $N=15$, $I=35.4$, $D=345.7^\circ$, $k=21$, $\sigma_{95}=8.5$. Veinticinco muestras fueron preseleccionadas para experimentos de paleointensidades de Thellier debido a la estabilidad de su magnetización remanente y con curvas termomagnéticas razonablemente reversibles. Sólo 14 muestras, que provienen de 4 flujos de lava individuales, permitieron la estimación de paleointensidades, con valores medios de momento dipolar virtual (VDM) entre los 5.9 to 9.2 $\times 10^{22}$ Am². Fracciones de la NRM entre 35 to 96% y factores de calidad entre 3.4 and 46.9, siendo normalmente mayores que 6, fueron utilizados para la determinación de paleointensidad. El valor medio de VDM obtenido en este trabajo es de 7.2 ± 1.4 , el cual es significativamente menor que el valor actual.

GEOPAL-23 CARTEL

**MAGNETISMO DE ROCAS Y MICROSCOPIA DE LA
MAGNETITA Y APLICACIÓN EN EL MODELADO
MAGNETOMÉTRICO: YACIMIENTOS EN MÉXICO Y CHILE**

Rivas Sánchez M.L., Alva Valdivia Luis, Goguitchaichvili Avto y
Urrutia Fucugauchi Jaime
Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de
Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: avto@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Reportamos resultados de magnetismo de rocas y microscopía de las menas de óxidos de hierro efectuados en varios yacimientos en México y Chile, con el objeto de caracterizar la mineralogía magnética y los procesos que afectan a la magnetización durante el emplazamiento y la evolución de los depósitos de hierro. Los resultados obtenidos nos permiten inferir los estados de dominio magnético y los posibles procesos de adquisición de remanencia, así como establecer la importancia de estas menas como fuente de las anomalías magnéticas observadas. Magnetita o magnetita pobre en Ti, magemita y hematita son comunes en la mena y roca huésped, respectivamente. La dispersión en la magnetización remanente natural y en las direcciones durante el lavado magnético de la mena puede ser resultado de movimientos físicos durante callamiento o proceso de minado, o por perturbación del campo geomagnético ambiente durante la adquisición de la remanencia en los minerales fuertemente magnéticos.

El estudio de microscopía muestra que los minerales magnéticos son predominantemente magnetita con cantidades significantes de ilmenita-hematita, y magemita-goetita-limonita resultado de procesos de alteración. Las titanomagnetitas magmáticas encontradas en rocas ígneas, muestran texturas trellis, sandwich y compuesta, lo que es compatible con procesos de oxi-exsolución (deutéricos) de alta temperatura. Hay alteración hidrotermal indicada por martitización en los óxidos minerales. Los tamaños de grano varían de unos cuantos a >100 micrones, y el estado magnético de simple a multidominio, en concordancia con los resultados de histéresis. Los espectros térmicos, curvas de susceptibilidad continua vs. temperatura y curvas de adquisición de magnetización remanente isothermal sugieren predominancia de espinelas como portadores de la magnetización, muy probablemente titanomagnetitas pobres en Ti.

Usualmente se observan grandes anomalías magnéticas sobre los depósitos. El proceso de modelado magnetométrico se efectúa considerando como condiciones iniciales el conocimiento de la susceptibilidad magnética, dirección e intensidad de la NRM, lo que permite constreñir y hacer más confiable y real desde el punto de vista geológico la geometría y posición de los cuerpos productores de dichas anomalías, puesto que se está considerando la contribución de la magnetización inducida y remanente.

GEOPAL-24 CARTEL

**ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS ANOMALIAS MAGNETICAS
SATELITALES Y SU RELACION CON LOS TERRENOS
TECTONOSTRATIGRAFICOS SOBRE MEXICO**

Hernández Quintero Juan Esteban y Campos Enríquez José
Oscar
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: estebanh@igeofcu.unam.mx

Se describen en el presente trabajo datos magnéticos obtenidos de la misión Magsat y son correlacionados con datos en la superficie o cerca de la superficie de la Tierra entre los 10° y los 35° de latitud norte y los 85° y 120° de longitud oeste. En estos datos se presentan seis anomalías magnéticas satelitales regionales.

Basados en tales resultados se realizó una descripción detallada de estas anomalías magnéticas (extensión geográfica, intensidad, polaridad). Con el fin de lograr nuestro objetivo, se realizaron procesos de realce y filtrado de la información (por ejemplo, reducción al polo, primera y segunda derivadas) obteniendo como resultado algunos mapas en donde los rasgos de interés aparecen más claramente.

Se presenta una primera aproximación de correlación con otros estudios tales como gravimetría, geología, sismología y flujo de calor disponibles para México con el fin de obtener un marco de referencia más sólido para definir el origen de estas anomalías.

Se encontraron algunas áreas con una correlación relevante entre los terrenos tectonostratigráficos de México y las anomalías magnéticas satelitales. De acuerdo con nuestros resultados existen evidencias de material magnético en la corteza terrestre a lo largo de la costa del Golfo de México asociando este material al terreno Maya en su parte norte. La Faja Volcánica Mexicana (FVM) se puede dividir en un área más magnetizada al este asociada a una corteza terrestre gruesa y bajo flujo de calor, por el otro lado la parte oeste se encuentra menos magnetizada con una corteza más delgada y un alto flujo de calor. Los terrenos Cochimí (ultramáfico), Pericu y Yuma se correlacionan con una anomalía magnética al sur de la península de Baja California. La anomalía magnética observada sobre el Golfo de México se ha correlacionado bien con su correspondiente corteza oceánica.

De la misma forma la Megacizalla Mojave-Sonora parece ser el límite sur de una anomalía localizada en la parte oeste de Texas. El sur de la zona de estudio apunta a que los terrenos Mixteco, Zapoteco, y Cuicatelco están subyacidos por material magnético. Las anomalías observadas en la península de Baja California y la Trinchera Mesoamericana, pueden estar asociadas con partes de la extinta placa Farallón. Nuestros resultados parecen asociarse con la existencia del terreno Oaxaquia. Finalmente se presentan tres perfiles magnéticos interpretados provisionalmente.

GEOPAL-25 CARTEL

AN INTEGRATED PALEOMAGNETIC STUDY OF SAN CRISTÓBAL BASALTS (TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT)Chauvin Annick¹, Gogichaishvili Avto², Alva Valdivia Luis², RosasElguera Jose³ y Urrutia Fucugauchi Jaime²¹ Paleomagnetic lab. University of Rennes 1, France

Correo Electrónico: achauvin@mailhost.univ-rennes1.fr

² Instituto de Geofísica, UNAM³ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

A detailed rock-magnetic and paleomagnetic study was carried out in order to obtain some decisive constraints for the tectonic evolution of TMVB and the geomagnetic field variation during late Miocene. Age of the studied units lies between 8 and 11 Ma according to available radiometric data. Most of rocks exhibited well-defined one component remanent magnetization with high unblocking temperatures and high median destructive fields. The main magnetic carrier is Ti-poor titanomagnetite associated with exsolved ilmenite. Most of units sampled at San Cristóbal locality yield normal polarity magnetization and those belonging to Garcia de la Cadena are reverse. With these results, when combined with available K-Ar and Ar-Ar ages, a direct correlation with the reference geomagnetic polarity time scale may be attempted. The mean paleodirection obtained in this study, discarding intermediate polarity lavas, is $I=31.5^\circ$, $D=349.2^\circ$, $k=76$, $a95=2.7^\circ$. The mean inclination is in reasonably good agreement with the expected inclination for the Middle Miocene, as derived from the reference paleomagnetic poles for north American plate. The declination, however, is slightly different from that expected. This may suggest a small tectonic counterclockwise rotation, in accordance with the proposed left-lateral transtensional tectonic regime already proposed for this period.

GEOPAL-26 CARTEL

MAGNETOSTRATIGRAPHY OF THE MIDDLE MIOCENE CONTINENTAL SEDIMENTARY SEQUENCES OF THE MAE MOH BASIN IN NORTHERN THAILAND: EVIDENCE FOR COUNTERCLOCKWISE BLOCK ROTATIONBenammi Mouloud¹, Urrutia Fucugauchi Jaime², ChaimaneeYaowalak³ y Jaeger Jean Jacques⁴¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: mouloud@igeofcu.unam.mx

² Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM³ Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand⁴ Laboratoire de Paléontologie, ISEM, Université Montpellier, Montpellier, France

A magnetostratigraphic study has been performed on the Mae Moh basin, well known for its lignite mining at the Lampang province. Paleomagnetic samples were collected from 66 stratigraphic levels. Rock magnetic investigations indicate the presence of low coercivity minerals. Specimens subjected to progressive thermal (or alternating field) demagnetization procedures show that nearly all of them exhibit a low temperature magnetization component, and a high temperature characteristic component (ChRM), with either positive or negative VGP latitudes and opposite polarity, considered as the characteristic Miocene magnetization. The overall mean paleomagnetic direction ($incl.=22.2^\circ$, $decl.=358.3^\circ$, $k=15$, $a95=4$) documents a

counterclockwise vertical axis rotation of about $13^\circ \pm 1.32$ with respect to the expected Miocene direction derived from the Eurasian polar wander curve ($incl.=42^\circ$, $decl.=11^\circ$). Our paleomagnetic results are not consistent with the previously reported paleomagnetic data. The rotation observed in Mae Moh basin can be the response to local tectonics. A section sampled for magnetostratigraphy reveal a polarity sequence of nine magnetozones that can reliably be correlated to the Geomagnetic Polarity Time Scale. According to biochronological constraints, the magnetostratigraphic results from the mammal bearing succession correlate with chron C5ABn-C5An2n, between 13.5 to 12.1 Ma. According to the mean sedimentation rate of about 17.5 cm/ka, an age of 12.5 and 12.8 Ma is proposed for the fossiliferous level (J-5 and K1, K2 lignite zones) where the mammal remains were found.

GEOPAL-27 CARTEL

OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DEL CENTRO DE GEOCIENCIAS, UNAM: INSTALACIÓN Y PRUEBAS DEL MAGNETÓMETRO FLUXGATE PARA MICROPULSACIONES MAGNÉTICAS

López Cruz-Abeyro José, Perez Enríquez Roman y Kotsarenko Anatoliy

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: lcabeyro@geociencias.unam.mx

En este trabajo se presenta los requerimientos para la instalación de un magnetómetro Fluxgate en el campus de la UNAM en Juriquilla, Querétaro. Se muestran las componentes del magnetómetro y se describen los aditamentos electrónicos adicionales necesarios para su buen funcionamiento. Se detalla el procedimiento de instalación usando una computadora PC donde se conecta la tarjeta madre del magnetómetro donde van conectados los sensores y la antena del GPS y la orientación de los mismos. Así como los ajustes necesarios para poner a punto el magnetómetro usando un programa que presenta en la pantalla de la computadora todos los parámetros del magnetómetro y el GPS. Y finalmente se muestra la pantalla donde se presentan las tres componentes del campo magnético que está midiendo y grabando en el disco duro de la PC en tiempo real, que se lleva a cabo las 24 horas del día los 365 días del año.

Sesión

Geoquímica y Petrología

Martes 4

SALA "C"

GEOQP-1

TERMOCRONOMETRÍA POR EL MÉTODO DE ARGON EN K-FELDESPATOSLovera M Oscar¹, Grove Marty¹ y Harrison T. Mark²¹ Department of Earth and Space Sciences, UCLA, Los Angeles, CA, USA

lovera@ucla.edu

² Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia

La mayoría de los procesos geofísicos imparten una señal térmica característica a la corteza. Esta señal es preservada en la forma de variaciones isotópicas de minerales radiogénicos. La lectura del registro de estos eventos permite inspecciones sin precedentes de los tiempos y desarrollos de procedimientos dinámicos claves. Sin embargo, los disturbios provocados por flujos de calor son en general demasiados débiles para ser detectados por los métodos termocronométricos convencionales; es decir, la interpolación de datos T-t del análisis en volumen. En cambio, una mayor resolución de las historias termales requiere información de la variación de concentración de los productos radiactivos en el sólido de interés. El conocimiento directo de las propiedades cinéticas del producto radiactivo provee una calibración absoluta que puede usarse para evaluar otros termocronómetros.

La aplicación del método $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ de calentamiento por pasos a K-feldespatos y la interpretación de estos datos mediante el modelo MDD (Múltiples Dominios de Difusión) representa largamente la mejor oportunidad para obtener detalladas historias termales que permiten dilucidar la evolución ($\sim 350^\circ\text{C}$ - 150°C) de las rocas de basamento. Los K-feldespatos son ideales en este rol por su distribución mundial, su riqueza en 40K , su estabilidad a altas temperaturas en el laboratorio, y porque permite el acceso a dos fuentes independientes de información cinética (espectros de edad y gráficos de Arrhenius). Extensivos estudios experimentales en K-feldespatos naturales documentan la presencia de un discreto conjunto de retentividades que son apropiadamente representadas por el modelo MDD. Aplicando este modelo a los datos obtenidos por extracción de $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ de K-feldespatos, se pueden estimar valiosas historias termales experimentadas por dichos K-feldespatos. Con la única condición de que las propiedades de difusión determinadas experimentalmente en el laboratorio representen verazmente las condiciones de difusión del Ar en la naturaleza. Una forma para evaluar la validez de esta condición es calcular la correlación entre los espectros de edades y Arrhenius. La alta correlación exhibida por la mayoría de los K-feldespatos analizados da validez a la extrapolación de las propiedades de difusión determinadas experimentalmente a condiciones de difusión del Ar natural en la corteza.

GEOQP-2

GEOQUÍMICA Y GEOCRONOLOGÍA (40AR-39AR) DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS CANDELA-MONCLOVA, COAHUILA, MÉXICOChávez Cabello Gabriel¹, Aranda Gómez José Jorge¹, Schaaf Peter², Solís Pichardo Gabriela², Iriondo A.³ y Morton Bermea Ofelia⁴¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro. Correo Electrónico: gabchavez@hotmail.com² Instituto de Geología, UNAM³ Department of Geological Sciences, University of Colorado at Boulder, Campus Boulder, Colorado⁴ Instituto de Geofísica, UNAM

Con base en el análisis de las relaciones isotópicas de $143\text{Nd}/144\text{Nd}$, $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, $206\text{Pb}/204\text{Pb}$, $207\text{Pb}/204\text{Pb}$ y $208\text{Pb}/204\text{Pb}$, y de algunos elementos traza clave en la evaluación de procesos petrogenéticos, se concluye que las rocas del Cinturón de Intrusivos Candela-Monclova (CICM) son producto de subducción de bajo ángulo de la placa Farallón bajo América del Norte durante el Eoceno.

Los datos indican que las rocas del CICM presentan características químicas afines con magmas adakíticos (valores altos de Sr, Na, Sr/Y, relaciones isotópicas empobrecidas características de MORB), los cuales por definición implican que la corteza oceánica debió haberse fundido parcialmente y contribuido en la generación del magmatismo. Por otro lado, se descarta que haya ocurrido una contaminación importante de corteza continental antigua, debido a la ausencia de correlaciones entre las relaciones isotópicas de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ versus $206\text{Pb}/204\text{Pb}$, $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ versus SiO_2 , y $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ versus MgO . Por lo anterior, se interpreta que la cristalización fraccionada debió ser uno de los procesos de diferenciación magmática principal en las rocas del CICM. Además, con base en el enriquecimiento fuerte de las tierras raras ligeras, Rb, Ba/Nb, Th/Nb, La y Ce, principalmente, interpretamos que la contribución de sedimentos oceánicos en la generación de los magmas debió haber sido también importante.

Finalmente, el cambio de fuente magmática entre rocas de afinidad geoquímica de subducción y de intraplaca en la parte norte-centro de la Provincia Alcalina Oriental Mexicana (CICM y Sierra de Picachos), ocurrió entre los 35 y 29 Ma, similar en edad al cambio de fuente magmática en Trans-Pecos, Texas.

GEOQP-3

CARACTERÍSTICAS ISOTÓPICAS DE SR, ND Y PB DEL BASAMENTO CONTINENTAL EN EL NEVADO DE TOLUCA, EDO. DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LOS EVENTOS MAGMÁTICOSMartínez Serrano Raymundo G.¹, Solís Pichardo Gabriela², Hernández Bernal María del Sol², Schaaf Peter¹, Morales Contreras Juan Julio¹ y Hernández Treviño Teodoro¹¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Instituto de Geología, UNAM

El Nevado de Toluca es un estratovolcán formado en la intersección de tres sistemas de fallas cuyos eventos parecen haberse iniciado hace 2.6 Ma. Sin embargo, la mayor parte de los flujos y eventos piroclásticos se emplazaron durante el período de 40,000 a

3,000 años antes del presente (García-Palomo et al., 2002). La composición dominante de los eventos volcánicos es de dacita con ortopiroxeno (Wo1-3 En55-78 Fs19-44) y pargasita-hornblenda, aunque se pueden identificar pulsos de inyección andesítica en los eventos de 2.6, 1.5 Ma, 24,000 y 10,000 años. Los resultados geoquímicos e isotópicos de los principales eventos indican una afinidad calci-alkalina de los magmas y una asociación directa con procesos de subducción. Además, la existencia de altas concentraciones de Sr, bajas concentraciones de Y, aunado a valores isotópicos de Pb similares al MORB y empobrecimiento moderado de las tierras raras pesadas de las rocas, permiten proponer la existencia de magmas con características de adakitas en el Nevado de Toluca.

Estudios geofísicos han indicado la existencia de un espesor cortical mayor a 45 km para la parte central de la Faja Volcánica Transmexicana (Urrutia and Flores, 1996). Estudios petrográficos e isotópicos de xenolitos metamórficos encontrados en los depósitos de la unidad Pómez Toluca Inferior (24,000 años) permiten identificar dos principales fuentes corticales: Filitas de mica y esquistos de clorita muestran valores isotópicos de Sr ($87\text{Sr}/86\text{Sr}$ de 0.705731 y 0.717112), ^{143}Nd (de +1.07 y -3.82) y Pb ($206\text{Pb}/204\text{Pb}$ de 18.86 y 19.10, $207\text{Pb}/204\text{Pb}$ 15.63 y 15.6794, $208\text{Pb}/204\text{Pb}$ de 38.71 y 39.22), similares a los que presentan rocas metamórficas mesozoicas del Terreno Guerrero (Talavera et al., 1995). La segunda fuente corresponde a esquistos de mica, filitas y algunos gneis, cuyas características isotópicas de Sr ($87\text{Sr}/86\text{Sr}$ entre 0.715653 y 0.721984), ^{143}Nd (entre -5.6 y -7.2), Pb ($206\text{Pb}/204\text{Pb}$ entre 18.98 y 19.03, $207\text{Pb}/204\text{Pb}$ entre 15.63 y 15.69, $208\text{Pb}/204\text{Pb}$ entre 39.11 y 39.26) y edades modelo de Nd (TDM de 1.2 a 1.3 Ga) son similares a los valores de rocas del basamento Grenviliano de la parte norte-central de México. Características similares se han encontrado en xenolitos presentes en el campo volcánico terciario de Pepechuca, 50 km al SW del Nevado, por Elías-Herrera et al. (1998). Estos datos sugieren la existencia de una corteza precámbrica que subyace, al menos en la cercanía de la región de estudio, a rocas Mesozoicas del Terreno Guerrero y eventos Cenozoicos diversos como la Faja volcánica Transmexicana.

A pesar de existir una corteza continental de tales proporciones y características litológicas, los patrones geoquímicos e isotópicos encontrados en lavas y productos volcánicos del Nevado de Toluca, indican una baja interacción de los magmas con dicha corteza. La explicación a esta reducida interacción de los magmas con rocas tan antiguas puede ser que el estratovolcán se construyó sobre la intersección de tres sistemas de fallas con diferentes orientaciones y edades de activación. El sistema de fallas E-W de edad Plioceno Tardío (García-Palomo et al., 2002) probablemente facilitó la aparición de eventos volcánicos tanto en el Nevado de Toluca como en la Sierra Chichinautzin vecina. Por lo tanto, los magmas del Nevado debieron ascender relativamente rápido, extrayendo material metamórfico de diferentes niveles corticales sin asimilarlos. La existencia de dacitas con ortopiroxeno, plagioclasea y hornblenda en fenocristales reabsorbidos indican, según estudios mineralógicos y geoquímicos realizados en otros sitios (Monte Santa Elena, Blundy and Cashman, 2001), que este tipo de magmas siguieron un proceso de cristalización polibárico y casi adiabático. Datos de presión y temperatura de cristalización de piroxenos y anfíboles (Arce et al., 2002 y este trabajo) de rocas del Nevado de Toluca sugieren un proceso de cristalización similar, lo que puede traducirse como el ascenso relativamente rápido y a temperatura casi constante de los magmas para obtener las características mineralógicas observadas.

GEOQP-4

RASGOS PETROGRÁFICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS PLUTONES LOCALIZADOS ENTRE SAN QUINTÍN Y SUR DE SAN PEDRO MÁRTIR (EL SOCORRO), BAJA CALIFORNIA

Delgado Argote Luis A.¹, Peña Alonso T.A.¹, Ramírez Sánchez Elisa¹, Böhnel Harald.², Molina Garza Roberto², Ortega Rivera A.² y Frías Camacho V.M.¹

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: ldelgado@cicese.mx

² Centro de Geociencias, UNAM

Los plutones localizados entre San Quintín y sur de la Sierra de San Pedro Mártir, en la sección El Socorro, se caracterizan por tener relaciones de contacto complejas. En contraste con los plutones zonados entre San Telmo y San Pedro Mártir, el emplazamiento de los complejos plutónicos (CP) de esta región parecen regirse por un control estructural regional que les imprime una geometría menos circular. Los bordes rectilíneos están mejor definidos y los alineamientos de estructuras curvilíneas (AC) con dimensiones características de troncos y espinas, característicos de intrusivos subvolcánicos, son más comunes. En ese sentido, los intrusivos pequeños pueden ser parte de volcanes del Grupo Alisitos, mientras que los de dimensiones batolíticas se interpretan como cámaras magmáticas fósiles del volcanismo del mismo grupo.

De la interpretación estructural de una imagen satelital que cubre 46 mil km² en la región de El Socorro, se identificaron cinco CP (de Oeste a Este: Quiote, Socorro A, Socorro B, Agua Escondida y Salto) y un AC que están cortados por un transecto de muestreo W-E. Se hizo la clasificación modal de 29 muestras que indican que la litología está dominada por rocas que varían de diorita a granodiorita sin mostrar zonamiento. Las intrusiones son múltiples y los emplazamientos sucesivos se manifiestan como cuerpos complejos anidados donde el proceso de mezcla de magmas es común, particularmente en el centro del transecto.

A partir de un lineamiento mayor orientado N30°W, coincidente en esta región con la frontera magnetita-ilmenita, la región occidental donde se ubica el transecto El Socorro, se caracteriza por el dominio de rasgos estructurales cuyas concentraciones máximas se orientan N10°E, N25°W y N40°E, similares a las regionales. Los lineamientos individuales varían entre 0.5 y 10 km de longitud, pueden estar asociados a la deformación regional o bien, a deformaciones debidas a la evolución de complejos volcánico-plutónicos discretos. Por su lado, los AC menores se orientan entre N35°W y N45°W, casi paralelos al lineamiento mayor, lo que sugiere que este último puede tener significado tectónico.

A partir de la cartografía de campo de los cinco plutones, se observa un marcado paralelismo entre los lineamientos a gran escala, los alineamientos de las estructuras curvilíneas y las orientaciones promedio de las fracturas verticales primarias. En particular, los dos plutones más cercanos al lineamiento mayor muestran un notable arreglo ortogonal que sugiere estar influenciado por las estructuras regionales.

Las relaciones entre los plutones es como sigue: Quiote está separado de Socorro por el AC orientado N-S; Socorro A y B forman un plutón complejo donde A intrude a B según se desprende por las relaciones de mezcla de B en A y por la presencia de diques hasta de 20 m de A en B; el arreglo del fracturamiento vertical de A está

impreso en B. Composicionalmente, el contacto de Socorro con Agua Escondida es difusa o poco contrastante pero, Agua Escondida le imprime un estilo de fracturamiento a Socorro. Finalmente, Salto es un CP formado por ACs que aparentemente no afectan a Agua Escondida.

GEOQP-5

EVIDENCIA DIRECTA DE LA NATURALEZA DEL CUERPO IMPACTOR EN EL CRÁTER CHICXULUB?

Vera Sánchez Pedro, Urrutia Fucugauchi Jaime, Morton Bermea Ofelia, Soler Arechalde Ana Maria, Lozano Santamaría Rufino, Linares López Carlos y Reyes Salas Adela Margarita
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: pveras29@netscape.net

Una de las grandes interrogantes en el evento de impacto al final del Cretácico, ha sido la naturaleza del proyectil que choco con la Tierra y que contribuyo de manera significativa a una de las más grandes extinciones en la historia del planeta. Por lo que la mayor parte de los esfuerzos realizados por la comunidad científica internacional se encaminaron a la identificación de dicho cuerpo, enfocándose en el modelado geoquímico de concentraciones anómalas de elementos característicos en meteoritos a nivel de trazas y ultra trazas, presentes en materiales de todo tipo generados por el impacto, tanto distales como del interior del cráter -brechas, roca fundida, vidrios y depósitos de material retrabajado en localidades afectadas por la influencia del Oleaje de gran magnitud (tsunamis)- Dado que los modelos existentes afirmaban, que no era posible que fragmentos del proyectil original se preservaran, dadas las condiciones altamente energéticas que tienen lugar en un proceso de este tipo, al menos en cráteres mayores a 1.5 km de diámetro. Desde luego en el caso de Chicxulub, cuyas dimensiones son centenares de veces ese límite, era imposible pensar que se pudiera recuperar algún fragmento que diera mayores pistas sobre la naturaleza del cuerpo impactor. Sin embargo, en los núcleos recuperados en el pozo Yaxcopil-1, perteneciente al proyecto de perforación científica en el cráter Chicxulub, se identificaron en la brecha suevítica, fragmentos con texturas totalmente diferentes a aquellas que exhiben los clastos contenidos en esta unidad, así como un alto contenido de fierro. Una inspección más detallada dio como resultado la identificación de minerales típicos de meteoritos (espinelas de Cr, trevorita, taenita, fases libres de Ni, etc.) y concentraciones no terrestres de elementos del grupo del platino. Cabe destacar que la textura microscópica que presentan estos fragmentos, no es la de un meteorito intacto, desde luego presenta un alto grado de fusión, no obstante es posible reconocer algunos condruolos remanentes constituidos de plagioclasas intermedias en una mesostasis vítrea. Datos adicionales muestran que existe contaminación con rocas provenientes del basamento granítico-metamórfico de la Península de Yucatán, pero aun así la firma claramente condritica de dichos fragmentos es notable. Dada la importancia de este hallazgo, se continua la búsqueda de otros fragmentos en este pozo y en aquellos otros perforados por el programa de perforaciones, que en los 90's llevo a cabo la UNAM, con la idea de recabar un numero mayor de evidencias que contribuyan a establecer de forma definitiva el tipo especifico de meteorito causante del evento que marco el límite K/T.

GEOQP-6 CARTEL

ESTUDIO DE ÓXIDOS EN PLUTONES DE LAS FRANJAS DE ILMENITA MAGNETITA

Ramírez Sánchez Elisa, Gradilla Martínez Luis y Delgado Argote Luis A.

Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: eramirez@cicese.mx

Gastil et al. (1986) definieron las franjas de Magnetita e Ilmenita dentro del Complejo Batolítico Peninsular (CBP) en Baja California. Estas coinciden con la división del CBP: Batolito Oriental (BE) y Batolito Occidental (BW), respectivamente.

Dentro del BE se ubican los plutones San José y San Pedro Mártir pertenecientes a la franja de Ilmenita, próximos a la franja límite (ilmenita magnetita), estos presentan óxidos con textura de exsolución de hematita en ilmenita, conservándose algunos cristales de magnetita y otros cristales con exsolución de ilmenita en titanomagnetita. Los cristales de ilmenita contienen manganeso en su composición, presentan inclusiones de apatito lo que hace indicar su procedencia de rocas plutónicas graníticas félsicas. Las ilmenitas se encuentran asociadas principalmente a hornblendas y en ocasiones a biotitas.

Los plutones de El Milagro, El Socorro pertenecientes a la franja de magnetita, presentan texturas de exsolución de titanomagnetita y pseudobrookita (hematita + rutilo), el tamaño del grano va de mediano a fino en los cristales de magnetita, la cual se desarrolla sectorialmente hacia el este del Batolito, hacia el centro de estos cuerpos plutónicos la magnetita aparece asociadas predominantemente a biotitas, pero también dentro de piroxenos. Hacia el oeste de la franja se presentan granos finos de ilmenita. En ocasiones se observan bordes de esfero rodeando ilmenita relictas, que finalmente al desaparecer y rodean cristales de magnetita, lo que indicaría un proceso de metasomatismo, el apatito desaparece.

GEOQP-7 CARTEL

GEOQUÍMICA E HISTORIA DE EMPLAZAMIENTO DEL INTRUSIVO LAS TETILLAS DEL EOCENO TARDÍO, BLOQUE DE COAHUILA, MÉXICO

García Quintero Janett¹, Chávez Cabello Gabriel², Cavazos Tovar José Guadalupe¹, Aranda Gómez José Jorge², Arvizu Gutiérrez Irving Rafael¹ y Cossío Torres Tomás¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L., México
Correo Electrónico: janett_ga@hotmail.com

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro., México

El intrusivo Las Tetillas, emplazado sobre el Bloque de Coahuila, está compuesto por dos pulsos magmáticos de composición sienítica. El pulso más antiguo se presenta en la parte central del intrusivo y en sus periferias, presenta megacristales de ortoclasa que indican una edad 40Ar-39Ar (edad integrada) de 35.13 ± 0.10 millones de años, definiendo una estructura lacolítica, que posteriormente fue cortada por un pulso tardío de igual composición pero de textura porfírica más fina. Las texturas porfíricas presentes en ambos pulsos ígneos, la ausencia de un metamorfismo regional, la captura de grandes bloques de roca encajonante compuesta por intercalaciones de calizas y lutitas entre el contacto de ambos pulsos, en conjunto sugieren un enfriamiento rápido de ambos pulsos ígneos y mecanismos de emplazamiento frágiles típicos de la parte superior de la corteza continental.

Los valores ASI (índice de saturación de aluminio) se incrementan con SiO₂ de 0.77 a 0.91, indicando que son granitoides Tipo I metaluminosos (ASI < 1.1). Ambos pulsos están enriquecidos en LILE y tierras raras ligeras, mientras que empobrecidos en HFSE y tierras raras pesadas. Presentan anomalías negativas de Nb y Ti mientras que positivas en Th, K, Sr y Zr, así como altas concentraciones en La y Ce; además de enriquecimientos relativos de Zr sobre Nb e Y; características en general de la gran mayoría de las rocas del Cinturón de Intrusivos del Candela-Monclova, y propias de granitos generados en arcos de margen continental. Con lo anterior se confirma la afinidad de estas rocas con granitos de arco volcánico.

El intrusivo Las Tetillas es un elemento más que fortalece la hipótesis de que el arco magmático del Terciario, que migró hacia la parte interna del continente producto de la disminución del ángulo de subducción de la placa Farallón bajo América del Norte a partir del Cretácico tardío, se extendió al menos hasta la parte central del estado de Coahuila (~700 kilómetros desde la trinchera). Se recomiendan determinaciones de relaciones isotópicas de Sr, Nd y Pb, para conocer en detalle los procesos que estuvieron involucradas en la generación de los magmas que componen a los pulsos presentes en el intrusivo Las Tetillas, para formular un modelo petrogenético más completo.

GEOQP-8 CARTEL

DETERMINACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS EN SUELOS CONTAMINADOS, POR LA TÉCNICA DE MICROEXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA

Cruz Mendiola José Luis¹, Gónzales Chávez José Luz², Rojo Francisco² y Cram Heydrich Silke³

¹ Posgrado en Ciencias Químicas, UNAM

Correo Electrónico: pirrimplin@correo.unam.mx

² Facultad de Química, UNAM

³ Instituto de Geografía, UNAM

Los compuestos orgánicos hidrofóbicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), dada su baja solubilidad y gran afinidad hacia la materia orgánica tienden a adsorberse al suelo y a mantenerse inmunes a los microorganismos potencialmente capaces de biodegradarlos. Los surfactantes sintéticos, muy usados en tecnologías de lavado de suelos ("soil washing/flushing"), son capaces de movilizar contaminantes orgánicos fuertemente adsorbidos al suelo.

Utilizando esta tecnología, se desorbieron los HAPs del suelo contaminado mediante una mezcla de surfactantes sintéticos de pesos moleculares aproximados a los pesos moleculares de los HAPs. La técnica consiste básicamente en poner la muestra con una disolución acuosa y la mezcla de surfactantes en contacto íntimo y con agitación mecánica, por ultrasonido y por tecnología de microondas; de esta forma los HAPs pasan a la fase acuosa. Esta fase acuosa se le da un tratamiento de limpieza ("Clean up") y después pasar a la técnica de microextracción por inmersión directa. También mediante la técnica de separación headspace el analito se pasa a una tercera fase vapor mediante ayuda de agitación mecánica y calor y la microextracción se realiza en la fase vapor.

La técnica de Microextracción en Fase Sólida (SPME) para la determinación de los HAPs, consiste en poner en contacto una pequeña fibra revestida de un material adsorbente y selectivo al analito, en contacto con la fase acuosa o en su caso con la fase vapor previamente preparada, por un tiempo determinado, lo que permite hacer la técnica cuantitativa. Esta fibra se introduce en el inyector de

un cromatógrafo de gases donde ocurre la separación de los HAPs y su cuantificación. También se realiza su identificación específica de los HAPs mediante la técnica de Espectrometría de masas.

Se seleccionaron cinco HAPs dado su interés tóxico en humanos y animales, los cuales se encuentran dentro de los 16 prioritarios de la EPA, estos son Naftaleno, Antraceno Fluoranteno Pireno y Benzo(a)pireno.

Los analitos polares son atraídos por fases polares (ej. revestimientos poliácrlato y Carbowax). Las fibras con mayor espesor de film (100µm) son mejores para volátiles, pero también pueden ser usadas para compuestos menos volátiles (pero se requieren mayores tiempos de extracción). Fibras con películas más delgadas (polidimetilsiloxano 7µm y 30µm) son mejores para moléculas más grandes.

Las mejores extracciones ocurrieron con una fibra revestida de polidimetilsiloxano 7µm. La fase de mayor adsorción, fue en fase vapor con un 5% de agua como surfactante 2% de metanol y 0.2 % de tritón 100; además de utilizar headspace a 170 °C y cinco minutos de extracción. En la inserción directa se obtuvieron resultados poco alentadores a pesar de utilizar temperaturas de hasta 250 °C, esto es debido a la complejidad de la matriz la cual los componentes de la matriz entra en competencia en la superficie de la fibra arrojando resultados pobres.

El porcentaje de recobro se encuentra entre 75 y 85 %, siendo el mejor para las moléculas de peso molecular más alto.

GEOQP-9 CARTEL

APLICACIONES PETROLÓGICAS Y GEOQUÍMICAS EN LA RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DE LA SECUENCIA CALCÁREA DEPOSITADA SOBRE EL LIMITE K/T (CRÁTER CHICXULUB)

Escobar Sánchez Juana Elia y Urrutia Fucugauchi Jaime

Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: elia@geofisica.unam.mx

El Cráter Chicxulub se encuentra ubicado en la porción noroeste de la Península de Yucatán, sepultado por rocas carbonatadas del Terciario. Se ha calculado su diámetro entre 180 y 200 km, definido morfológicamente como una cuenca multianillada con un levantamiento central.

El objetivo central del trabajo radica en determinar la señal isotópica, así como las características petrográficas de las rocas carbonatadas que sobreyacen a la brecha de impacto del cráter Chicxulub, con el fin de conocer las diferentes distribuciones de los isótopos de oxígeno, carbono y de estroncio en el agua de mar, después del impacto, así como también para poder realizar interpretaciones sobre la variación de las condiciones ambientales producto de procesos geológicos relacionados con la estructura.

Para el presente estudio se utilizarán muestras de roca correspondientes a núcleos del pozo UNAM-5 el cual se ubica a 3.5 km al noroeste del pueblo de Santa Elena (sur del estado de Yucatán) a una distancia radial de 112 km del centro del cráter. El pozo se perforó recuperando núcleo continuo hasta una profundidad total de 504 m. Presentando una secuencia de rocas calcáreas de edad Cenozoica hasta los 332 m de profundidad y después brechas de impacto hasta la base del mismo sin llegar al final de estas.

Los estudios de petrografía realizados en sección delgada han permitido conocer las relaciones mineralógicas así como los efectos producidos por procesos de alteración, hidrotermalismo y diagenéticos como es la dolomitización. De los estudios geoquímicos en principio se determinó los elementos mayores y traza de las rocas por FRX para determinar la composición química general así, como sus distribuciones a lo largo de la columna.

En una segunda etapa estamos realizando los estudios de isótopos estables de O y C, isótopos radiogénicos de Sr, así como de ICP-MS con lo cual se buscará establecer una secuencia detallada de la variabilidad del ambiente establecido en la parte superior de la estructura para determinar los posibles efectos y duración de los mismos ocasionados por el impacto a lo largo del paleoceno. Esperamos encontrar un incremento de Sr y C en la parte más cercana al límite K/T, con lo cual se verificarían las anomalías reportadas. Estas variaciones isotópicas que fueron producidas por procesos físicos, químicos y biológicos a lo largo del tiempo dependen de los cambios de temperatura, la cual fue altamente afectada después del impacto.

GEOQP-10 CARTEL

TÉCNICA DE DILUCIÓN ISOTÓPICA PARA DETERMINACIÓN DE BAJAS CONCENTRACIONES DE K: AVANCES EN EL LUGIS

Solis Pichardo Gabriela¹, Hernández Bernal María del Sol¹,
Morales Contreras Juan Julio², Hernández Treviño Teodoro² y
Herre Andrea¹

¹ LUGIS, Instituto de Geología, UNAM
Correo Electrónico: gsolis@tonatihu.igeofcu.unam.mx

² LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM

El método de fechamiento por K-Ar se ha venido utilizando desde hace aproximadamente 5 décadas como parte importante de investigaciones geológicas. Tradicionalmente los isótopos de Ar se han medido con espectrómetros de masas, mientras que la concentración de K, un álcali con radio iónico grande, se ha determinado mediante FRX o bien, fotometría de flama. Sin embargo, para muestras de bajas concentraciones de K (< 1000 ppm), estos últimos métodos no alcanzan la precisión necesaria. Se reporta entonces los avances del LUGIS para determinar K en muestras silicatadas de baja concentración de este elemento, mediante la técnica de Dilución Isotópica.

La técnica de dilución isotópica ha probado ser altamente efectiva en la determinación de la concentración de algunos elementos por espectrometría de masas. En éste método se combina un trazador enriquecido artificialmente en un isótopo poco abundante, con una muestra de composición natural. Al medir la relación isotópica de la mezcla y conociendo con suficiente precisión la cantidad de muestra y trazador mezclados, se puede calcular la concentración del elemento.

El K es el elemento 19 en la tabla periódica. Tiene 3 isótopos naturales con masa 39, 40 y 41 con abundancias relativas de 93.2581, 0.0117 y 6.7302% respectivamente. El trazador utilizado es una solución de KCl enriquecida en 41K. La relación isotópica 39K/40K medida en un espectrómetro de masas NIST-Teledyne del LUGIS es de 0.00977 ± 0.00009. Los resultados en muestras estándares han mostrado un valor natural 39K/40K promedio de 13.993 ± 0.008, en concordancia con el de 13.857 ± 0.0063, tomando en cuenta el factor de corrección del equipo de 0.994 (similar para el Rb y Sm).

Se comprobó que la recuperación de K en las columnas de intercambio iónico, con las que ya cuenta el LUGIS para otros elementos, es eficiente, lo que permite trabajar con cantidades pequeñas de muestra (10 a 20 mg). Con el fin de validar la técnica de dilución isotópica para K en muestras geológicas, y con la finalidad de calibrar el trazador de K preparado en el laboratorio, se trabajaron 5 estándares de rocas silicatadas de concentraciones entre 8 y 1080 ppm.

La utilidad de disponer de un método alternativo de mayor precisión, como lo es la dilución isotópica, contribuiría a mejorar la técnica de fechamiento K-Ar para muestras con bajo contenido de K, cuya incertidumbre, relativamente alta por los métodos tradicionales, afecta significativamente a las edades obtenidas.

Sesión

Geología Estructural, Tectónica y Tectonofísica

Lunes 3 — Martes 4

SALA "C"

GETT-1

ELEMENTOS TECTÓNICOS DEL SISTEMA MOJAVE-SONORA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Rodríguez Castañeda José Luis
 ERNO, Instituto de Geología, UNAM
 Correo Electrónico: jlrod@servidor.unam.mx

Varios episodios de deformación a través del Mesozoico han sobrepuesto extensión y acortamiento sobre la corteza de Sonora. Las rocas supracorticales de la región permiten estudiar la evolución de sistemas de fallas normales de bajo ángulo y normales asociadas a sistemas de fallas de carácter regional como son la Megacizalla Mojave-Sonora, la Falla San Antonio y la Falla Los Ajos. En conjunto forman una zona orientada al noroeste que se define por la yuxtaposición de terrenos precámbricos, paleozoicos y de rocas jurásicas.

Esta configuración permite reconocer otros elementos importantes en la evolución del noroeste de México, uno de ellos, el Alto de Cananea, es una tierra positiva compuesta por rocas precámbricas (1700-1600, 1400 Ma), paleozoicas y jurásicas que está limitado al noreste por la Falla Los Ajos y hacia el suroeste por la Falla San Antonio. Otros elementos también ligados a las estructuras que se mencionan son dos cuencas, del tipo cuencas por separación, la cuenca Bisbee y la cuenca San Antonio. Hacia el noreste del Alto de Cananea la Falla Los Ajos limita la cuenca Bisbee que es una estructura elongada orientada al noroeste donde se acumulo el Grupo Bisbee ampliamente distribuido en el sur de Arizona y noreste de Sonora. La cuenca San Antonio, con orientación similar a la anterior, esta limitada en el noreste por la Falla San Antonio y hacia el suroeste por la megacizalla Mojave-Sonora. Esta cuenca presenta un basamento compuesto por rocas del arco magmático jurásico, mientras que hacia el sur de la megacizalla Mojave-Sonora el basamento conocido se ubica en el rango de los 1800-1700 Ma.

El sistema de fallas regionales jurásicas es un claro ejemplo de una relación subducción-fallamiento transcurrente lo que ha dado lugar al acortamiento de la corteza, a un engrosamiento de la corteza y a la suma también de magmatismo en esta región del país, sin entender aun completamente cual ha sido la acción del manto en la evolución de la zona. El estilo estructural en el estado de Sonora generalmente refleja las condiciones de una subducción directa continua que de acuerdo a la actividad magmática parece que ha sido continua desde el Jurásico Tardío. Aunque estas observaciones sugieren un régimen de deformación compresivo continuo, el estilo tectónico resultante indica que el régimen de esfuerzos sufrió cambios mayores durante la evolución de la región.

GETT-2

VERGENCIAS OPUESTAS DE ESTRUCTURAS MENORES EN EL CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS MEXICANO; SECTORES DE MONTERREY, PLATAFORMA GUERRERO-MORELOS Y SIERRA DE CHIAPAS

Castrejón González Israel y Ocampo Díaz Yamzul Ernesto
 Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
 Correo Electrónico: icastrejón@yahoo.com

Partiendo de la premisa de que el Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano es la prolongación sur-oriental del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Cordillerano; cuyo origen mutuo es el evento orogénico Laramídico. Aceptando además, como válida, la regla de que la estructura menor es el reflejo de la estructura mayor. Se asume como hipótesis de trabajo que los sectores aquí analizados (Plataforma Guerrero-Morelos, Curvatura de Monterrey y Sierra de Chiapas) presenten características geométricas-estructurales similares; desde la perspectiva de que tales sectores son parte del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano.

Con base en el análisis de vergencias en pliegues y cabalgaduras menores medidas en los sectores de la Plataforma Guerrero-Morelos, Curvatura de Monterrey y Sierra de Chiapas; se concluye que el sentido de vergencia aunque es predominante en general de oeste a este (sur-oeste a nor-este y nor-oeste a sur-este) también presenta un sentido de vergencia opuesto e inherente al anterior de este a oeste en general (nor-este a sur-oeste y sur-este a nor-oeste). Dichas vergencias opuestas más que constituirse como una excepción a la regla representan la regla en si.

Se propone que tales vergencias opuestas y encontradas son contemporáneas en su origen causadas por un evento único de deformación compresional (orogenia Laramide); siendo posible que el modelo geométrico que mejor resuelve la presencia de pliegues y cabalgaduras de vergencia opuesta o conjugada son pliegues en caja, lo cual implica, que los pliegues y cabalgaduras presentes en cada sector y posiblemente en el total del Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano fueron originados cinemáticamente por cizalla pura, coaxial o irrotacional a escala global y por cizalla simple, no-coaxial o rotacional a escala local.

GETT-3

DE VERAS? ¿EN MÉXICO, TODOS LOS FENÓMENOS TECTÓNICOS DEL CRETÁCICO MEDIO AL PALEÓGENO SE LOS DEBEMOS A LA REVOLUCIÓN LARAMIDE?

Rueda Gaxiola Jaime
 Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
 Correo Electrónico: jaimerueda@compuserve.com.mx

Si partimos de la siguiente definición: "Una Revolución es un tiempo de mayor deformación de la corteza cuando se formaron pliegues y fallas, a menudo acompañadas con el emplazamiento de rocas plutónicas" (Billings, 1955), podremos considerar que esas deformaciones efectuadas en la Tierra, entre el Cretácico Medio y el Eoceno Tardío, corresponden a la Revolución Laramide.

Desde antes de la aceptación de la Tectónica de Placas, en México se han atribuido a la Revolución Laramide la casi totalidad de los fenómenos tectónicos que han modificado la estructura geológica

del Este y Sur de México. Se le ha establecido un lapso entre la Edad Albense Tardía (100 M.a.), cuando se inicia el levantamiento occidental del territorio, y el Eoceno Tardío (40 M.a.), cuando se depositaron los últimos sedimentos mollásicos, y se considera la causante de las deformaciones de las secuencias depositadas en casi todas las cuencas petroleras mexicanas y del margen occidental desde Sonora hasta Chiapas.

Sin embargo, esta "Revolución", posterior a la Orogenia Sevier (130 a 80 M.a.) más occidental, corresponde a la formación de una delgada franja de las Montañas Rocallosas (Orogenia Laramide, 80 a 50 M.a.), en la Región de Laramie, en Wyoming, como producto de la deformación de las secuencias sedimentarias del Geosinclinal Occidental de Norte América, en los Estados Unidos entre las fronteras con México y Canadá. La deformación se caracteriza por levantamientos de locales del basamento, rodeados por cabalgaduras y monoclinales; las cabalgaduras, en un frente a lo largo de 300 a 500 Km, colocaron rocas paleozoicas sobre mesozoicas y terciarias. El intenso proceso compresivo se ha considerado debido a la subducción de la Placa Farallón, con acreción de terrenos a la Placa Norteamericana. Además, debe considerarse también el movimiento contemporáneo hacia el NW de la Placa de Texas, delimitada por los "megashears" de Vancouver-Bahamas al Norte y de Texas-Río Sabinas, al Sur; este movimiento fue el resultado de la expansión al NW del Escarpe de Yucatán, brazo de la Triple Unión que originó el Golfo de México.

En México, durante esta "Revolución", sucedieron varios fenómenos orogénicos que no parecen tener una relación directa con los de la Orogenia Laramide, pues corresponden a otra subplaca tectónica de Norteamérica, donde, en ese tiempo, se efectuaba la división y el movimiento del Bloque de Chortis y la formación de la Triple Unión que delimita al Bloque de Jalisco. Estos fenómenos tuvieron mayor importancia en la deformación de los depósitos del Geosinclinal Mexicano en los sectores de las curvaturas de Monterrey y de Villagrán y de los anticlinorios de Huizachal-Peregrina y de Huayacocotla, así como en los plegamientos de los bordes del Bloque de Oaxaca y de la Sierra de Chiapas. Los primeros debidos a la formación del "Graben" del Río Santiago y del Cinturón Volcánico Transmexicano; los segundos al desplazamiento del Bloque de Chortis hacia el SE. Los plegamientos de las rocas depositadas en la Cuenca de Chihuahua-Sabinas-Burgos fueron debidos al desplazamiento transpresivo del Bloque de Texas hacia el NW:

GETT-4

RELACIONES PALEOGEOGRÁFICAS DEL JURÁSICO MEDIO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Franco Rubio Miguel¹, Comadurán Ahumada Oscar² y Alva Valdivia Luis³

¹ Facultad de Ingeniería, UACH

Correo Electrónico: mfranco@uach.mx

² Gerencia de Exploración Chihuahua, Servicios Industriales Peñoles, S.C.

³ Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

El afloramiento de fragmentos de corteza oceánica del Pérmico tardío, obducidos en sedimentos Jurásicos (Bajociano superior – Calloviano medio) de la margen sudoccidental del Cratón de Norteamérica (Laurentia), corrobora la existencia de la Placa Oceánica Mezcalera, desaparecida por subducción durante la colisión del Superterreno Guerrero con Laurentia. Adicionalmente, la definición de

la unidad eminentemente epiclástica del Jurásico Medio que alberga a la ofiolita, permite establecer un ambiente de margen activa para el depósito sedimentario en este extremo del cratón.

GETT-5

PALEMAGNETISMO DE LA FM. PALOMAS (JURÁSICO) Y GRANITOIDES PERMO-TRIÁSICOS, SUR DE COAHUILA: IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Molina Garza Roberto, Gutiérrez Arvizu Irving y Chávez Cabello Gabriel

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro

Correo Electrónico: rmolina@geociencias.unam.mx

En el Valle de San Marcos, en el sur de Coahuila, al pie de la Sierra del Granizo aflora una secuencia de lechos rojos marinos asignados a la Formación Palomas del Jurásico Tardío. Esta secuencia es correlacionable con la Formación La Casita, pero no contienen fósiles con valor bioestratigráfico. Se hizo un muestreo paleomagnético piloto (6 sitios) en una sección de aproximadamente 20 metros de espesor en un anticlinal de pequeña escala que aflora en el bloque al norte de la falla de San Marcos, una estructura regional que limita dos elementos paleogeográficos: la isla de Coahuila y la cuenca de Sabinas. El muestreo incluye también afloramientos de granitoides Permo-Triásico que afloran a lo largo de la traza de la falla (5 sitios). La desmagnetización térmica y por campos alternos revela que la magnetización remanente natural de la Formación Palomas reside en hematita, y se reconocen dos componentes de alta coercitividad: una con temperaturas de bloqueo distribuidas entre los ~200° y 550°C (dec=65.8°, inc=17.4°, k=36.2, ?95=12.9°; N=5) y otra, más pequeña, con temperaturas de bloqueo de hasta 650°C (dec=87.3°, inc=7.3°, k=130.6, ?95=6.7°; N=5). In situ, o corregidos por el rumbo y echado actual, ambas magnetizaciones indican bajas paleolatitudes y declinaciones rotadas notablemente en el sentido horario (~90°). Los datos son insuficientes para establecer el tiempo de adquisición de la magnetización con respecto al plegamiento, pero la actitud de las capas, buzando ligeramente al NE, poco afecta la dirección media. Los granitoides presentan direcciones dispersas entre las localidades muestreadas, a pesar de tener medias de sitio relativamente bien definidas. Eso apoya la interpretación de estos bloques como parte del depósito al pie de la falla San Marcos y no como bloques del basamento. Las rotaciones observadas en la Formación Palomas están asociadas a un cambio de curvatura sobre la falla de San Marcos y se interpreta como una rotación local.

GETT-6

ANÁLISIS ESTRUCTURAL SOBRE LA FALLA SAN MARCOS, COAHUILA, MÉXICO

Chávez Cabello Gabriel¹, Aranda Gómez José Jorge¹ y Cossío Torres Tomás²

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: gabchavez@hotmail.com

² Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L.

La Falla San Marcos (FSM) es el rasgo estructural del basamento del Jurásico tardío mejor documentado en el norte de México, por la deposición de una amplia cuña sedimentaria clástica entre el Bloque de Coahuila y la Cuenca de La Mula o Sabinas en la parte central de Coahuila. Se discutirán las evidencias estructurales (fallas y pliegues)

más importantes que soportan la neoformación de la FSM, estilos de deformación y las evidencias de su reactivación durante el evento Laramide en el Noreste de México.

Sobre la traza de la FSM se identificaron por primera vez fallas laterales izquierdas presentes en las Capas Colorado (areniscas eólicas litificadas "eolianitas") del Jurásico tardío en la localidad de Potrero Colorado. El fallamiento neoformado presente definió un tensor de esfuerzos transpresivo (s1 WSW), no reconocido sobre la traza de la FSM y que aquí se interpreta como la evidencia del estado de esfuerzos regional durante la generación de la FSM. De acuerdo a la literatura, la primer reactivación de la FSM fue producto de un ajuste isostático en el Cretácico temprano, que disparó el depósito conglomerático de la Formación San Marcos del Neocomiano; sin embargo, este evento según nuestros datos debió haber iniciado en el mismo Jurásico tardío. Lo anterior, se fundamentó en la identificación de fosas y pilares sin-deposicionales en la parte superior de las Capas Colorado (Jurásico tardío), que definen una extensión NNE perpendicular a la traza de la FSM.

Además, se interpreta que el evento Laramide del Terciario temprano reactivó bloques del basamento sobre la traza de la FSM, generando anticlinales asimétricos con flancos verticales sobre la traza de la FSM tipo Drape Folds. Las relaciones perpendiculares entre ejes de plegamiento regional, por ejemplo: anticlinales La Fragua, La Madera y de San Marcos Pinos; se interpreta como resultado de la inversión de bloques de basamento que, durante el ajuste isostático del Jurásico tardío-Cretácico temprano, debieron haber sido colapsados a diferentes niveles y delimitados por fallas de acomodamiento.

GETT-7

DEFORMATION PATTERNS IN CENTRAL SIERRA DE ZACATECAS, MÉXICO

Escalona Alcázar Felipe de Jesús¹, Núñez Peña Ernesto Patricio², Suárez Plascencia Carlos³ y Ortiz Acevedo Olivia⁴

¹ Depto. de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

Correo Electrónico: fescalona@hotmail.com

² Unidad Académica de Minas, Metalurgia y Geología, UAZ

³ Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH

⁴ Unidad Académica de Agronomía, UAZ

The Sierra de Zacatecas is a horst trending N-S. This structure deformation has been described because of the economic mineralization in Mesozoic rocks. Inside the range the structural pattern trends NW-SE, parallel to the main veins and fractures.

Around the city of Zacatecas, in central and southern range of the same name, other people have proposed that the deformation pattern is associated with the evolution of a volcanic caldera. Age and trend of structural pattern could be developed during Eocene-Oligocene. Semicircular features, such as La Cantera Vein could be the northern rim of the caldera. The large volume of volcanic rocks extruded in Mid-Tertiary formed the southern Zacatecas range. The deformation style of these rocks must show a pattern related with the evolution of the caldera.

Structural field data and analysis of linear features from aerial pictures show trends toward NW 60° SE, NW 40° SE and in lesser extents to NE 10° SW. These structures are parallel to La Cantera Vein. They do not show significant variations, even to the central

caldera area. The orientations do not show the radial and concentric patterns proposed by previous workers for the evolution of the caldera.

GETT-8

ESTRUCTURA DE LA CORTEZA Y CINEMÁTICA DE APERTURA CONTINENTAL EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Aragón Arreola Manuel y Martín Barajas Arturo

Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Correo Electrónico: maragon@cicese.mx

El Rift del Golfo de California constituye la porción de divergencia oblicua del límite entre las Placas Pacífica y Norteamericana (PA-NA). Se ha establecido que la separación de las márgenes conjugadas que define el rift inició hace ~ 6.3 Ma, y que el movimiento relativo entre puntos estables de PA-NA varió de 48 a 53 mm/a. En este sistema el Norte del Golfo de California (NGC) es una zona con deformación difusa que contrasta con zonas de deformación localizada tanto al norte como al sur. Esta región ofrece la oportunidad de estudiar los procesos que originan gran cantidad de extensión oblicua retardando la formación de piso oceánico.

El procesamiento e interpretación de ~3,400 km de sísmica de reflexión multicanal colectados por Petróleos Mexicanos en el NGC, permitió elaborar la cartografía geológica y acotar la cinemática de apertura del rift. El NGC aloja dos sistemas paralelos de cuencas sigmoidales de dimensiones similares inscritos entre fallas transcurrentes: el sistema fósil Tiburón-Tepoca, en el margen de Sonora, y el sistema activo Wagner-Consag-Delfín Superior-Delfín Inferior hacia la península. Las relaciones sismoestratigráficas indican que la subsidencia inició en Cuenca Tiburón y que al propagarse la deformación hacia el norte se formó la Cuenca Tepoca. Estas cuencas subsidiaron sincrónicamente, constituyendo un sistema segmentado, donde los sedimentos alcanzaron ~ 4.8 s y 3.6 s de tiempo doble (TD) (~ 6.0 km y ~ 4.5 km). El eje de la subsidencia se relocalizó progresivamente al noroeste, dejando entre ambos sistemas un alto estructural orientado NNE. El sistema activo también está segmentado, y las cuencas separadas por altos estructurales, los sedimentos en ellas superan los 4 s (TD) (> 4.0 km) de espesor.

La cartografía del basamento en las márgenes conjugadas muestra un patrón romboidal con segmentos en-échelel distanciados ~ 120 km, que da lugar a la geometría sigmoidal de las cuencas, controlando la longitud de segmentación de los sistemas. La cartografía estructural revela la presencia de numerosas rampas de relevo con paso derecho, se sugiere que una de ellas, entre la Falla Cerro Prieto y la Falla Amado (aquí definida), que bordea la Costa de Sonora desde Puerto Peñasco a Puerto Libertad, fue utilizada por el Río Colorado ancestral para alimentar el sistema Tiburón-Tepoca. La similitud de nuestra cartografía con experimentos analógicos, sugiere que el NGC es el resultado de divergencia oblicua, que favorece (1) la formación de sistemas de cuencas segmentados debido a la interacción entre fallas, (2) la partición de la deformación, que produce bloques bordeados por fallas transcurrentes dentro de los cuales ocurre subsidencia localizada limitada por fallas normales y (3) una tectónica de propagación y abandono de fallas en la corteza superior cuando éstas no pueden acumular mayor deformación.

GETT-9

EVOLUCION DE LA PORCION CENTRAL DEL RIFT DEL GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE INTERPRETACION DE SISMICA DE REFLEXION

Aragón Arreola Manuel¹, Morandi Soana María Teresa² y Delgado Argote Luis A.¹

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: maragon@cicese.mx

² Laboratorio de Geofísica, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes

El Rift del Golfo de California es un sistema de divergencia oblicua, que acomoda parte de la deformación en el límite de las Placas Pacífico y Norteamericana. Este trabajo describe la evolución de la parte central del rift a partir de la interpretación de dos perfiles de sismica de reflexión multicanal colectados durante el proyecto CORTES P96, que van desde Santa Rosalía a Guaymas y de Guaymas a la Isla San Pedro Mártir.

En los perfiles se observa que el rift está bordeado por altos estructurales limitados por fallas transcurrentes: al poniente el Alto Vírgenes, con la Falla Tortuga y al oriente el Alto San Pedro Nolasco, con la Falla Tiburón Sur. El basamento acústico forma un monoclin que buza ~ 3° hacia el E, está cortado por fallas que definen dos cuencas en dominó. La Cuenca Yaqui, desarrollada en la margen de Sonora y actualmente fósil, está limitada por la Falla Yaqui (aquí definida), una falla normal con rumbo N40°W/51-52°W y salto vertical de ~ 2.3 s de tiempo doble (TD) (~ 3.2 km). El basamento de la cuenca está desplazado por fallas normales antitéticas; en la parte más profunda se define un graben de ~ 10 km de ancho. Se identifican cinco secuencias sismoestratigráficas en donde la sedimentación progradó hacia el NW. Con base en la morfología de patrones de agradación se interpretan facies de iniciación, climax, post-climax y extinción de rift. En los datos, el espesor máximo de sedimentos llega a ~ 2.70 s TD (~ 3.8 km). La Cuenca Guaymas, aún activa, está limitada al este por la Falla Guaymas, que buza ~ 66° al W y que ha acumulado ~ 0.75 s TD de desplazamiento vertical (~ 1.0 km). Se reconocen tres secuencias sismoestratigráficas formando un prisma que se adelgaza hacia el oeste. El máximo espesor de sedimentos alcanza ~ 1.46 s TD (~ 1.3 km). En el centro de la cuenca, a unos 500 m bajo el fondo marino, se identifica un horizonte de ~ 6 km de longitud caracterizado por reflectores de alta impedancia con fuertes reflectores puntuales, que se interpreta como dique estratos.

Nuestro análisis permite sugerir que la evolución de esta área se inició con la formación de un graben limitado por fallas transcurrentes. Al intersectarse las fallas conjugadas, la falla oeste fue abortada y la Cuenca Yaqui evolucionó como una cuenca asimétrica. Cuando la Falla Yaqui no fue capaz de acomodar más deformación, se inició la propagación de la Falla Guaymas, de desplazamiento oblicuo, y la subsidencia se reubicó paulatinamente hacia el W, originando la Cuenca Guaymas. Las secuencias que registran facies de post-rift en Cuenca Yaqui, sobrepasaron la Falla Guaymas y representan las etapas de inicio y climax de rift en Cuenca Guaymas. La coexistencia de fallas transcurrentes y fallas normales durante la divergencia oblicua sugiere que el rift experimenta partición de la deformación.

GETT-10

RECOVERING THE LINKAGE HISTORY OF LARGE FAULTS FROM THE SEDIMENTS OF THE GULF OF CALIFORNIA EXTENSIONAL PROVINCE

Contreras Pérez Juan¹, Martín Barajas Arturo¹, Herguera García Juan Carlos² y Dorsey Rebecca J.³

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: juanc@icese.mx

² Depto. de Ecología, División de Oceanología, CICESE

³ Department of Geological Sciences, University of Oregon

Analysis of the stratigraphy of sedimentary basins bounded by normal faults yield a wealth of information about how these brittle structures evolve through time forming array systems. However, mostly due to large uncertainties in the dating of sediments, little can be said about slip rates and how slip is accommodated during the interaction and linkage of normal faults.

Cyclicity in sediments induced by Milankovitch climatic changes can be used as a very precise high-resolution stratigraphic chronometer, eliminating the problem of uncertainties in the dating. Therefore, the slip history of faults can be inferred with high accuracy.

Here we present a cyclicity analysis of gamma-ray log from a borehole drilled in the Laguna Salada basin, a transtensional basin located in the Gulf of California extensional province. This has allowed us to establish its chronostratigraphy with a resolution of 50 kyr, from which the subsidence history of the Laguna Salada fault and its interaction with neighboring faults is recovered. We find that the long-term subsidence rate of the Laguna Salada basin has remained constant during the last 1.65 Ma (~1.4 mm/yr) in agreement with observations documented by other authors. However, our analysis reveals that at shorter timescales the subsidence history is composed of pulses lasting on average ~500 kyr. Subsidence rates during these pulses can vary by a factor of two with respect to the long-term subsidence rate. These pulses correlate with the breaking of the Laguna Salada Fault and the breaking of the Cañon Rojo fault, a releasing stepover that links the Laguna Salada fault with the Cañada David detachment to the south.

GETT-11

HISTORIA DE CRISTALIZACIÓN Y TERMO-CRONOMETRÍA DE ALTA TEMPERATURA DE ROCAS DE BASAMENTO DEL BLOQUE LOS CABOS

Grove Marty¹, Kimbrough David L.² y Fletcher John M.³

¹ UCLA

Correo Electrónico: marty@oro.ess.ucla.edu

² SDSU

³ Depto. de Geología, CICESE

El Bloque los Cabos (BLC) es un macizo del alto basamento cristalino de origen Mesozoico que subyace la punta más sureña de los 1200 km de la Península de Baja California. Acabamos de completar un reconocimiento regional de edades (U-Pb) en detritos de zirconio recolectados en más de dos docenas de drenajes modernos que representan virtualmente todos los afloramientos a través del BLC. Este análisis apunta a soportar nuestros esfuerzos dedicados a evaluar la(s) fuente(s) regionales del abanico Magdalena (Costa afuera Pacífica de la Bahía Magdalena). El muestreo revela que una suite ante-a sintectónica de intrusiones máficas a calcáreas-

alcalinas intermedias del NO de la Sierra de la Laguna, Sierra Las Cruces, Sierra La Gata, y la Isla Cerralvo, y otras cadenas situadas al NO de un borde pobremente establecido extendiéndose 10 km al sur de Todos los Santos (costa pacífica) hasta aproximadamente Pta. Pescadero (costa del Golfo) fue mayormente emplazado entre 120-90 Ma (existen algunos plutones anteriores). Estas intrusiones son similares en muchos aspectos a granitos equivalentes dentro del Batolito Peninsular. La gran mayoría fue emplazada entre 100-90Ma. En contraste, los generalmente tardío- a post-cinemáticos granitos calcáreos-alkalinos y los granitos altamente potásicos que comprenden la mayor parte de la Sierra de la Laguna y los cadenas situadas al este, fueron emplazados entre 90-65 Ma con la mayoría de los emplazamientos entre 80-70Ma. Ya ha sido previamente establecida la similitud de estas rocas con granitos del batolito de Puerto Vallarta (México continental).

Un análisis termo-cronométrico de baja temperatura previo indicó fuerte exhumación Neogénica del Bloque Los Cabos en sincronización con la distensión inicial del Golfo. Desafortunadamente no se tienen datos de termo-cronometría de alta temperatura necesarios para estimar mejor la magnitud total de la denudación. Nosotros también hemos iniciado un análisis regional ($N > 100$ muestras) con edades de K-Ar en hornblendas y biotitas para proveer esta información. Nuestros resultados son ampliamente sincrónicos con el emplazamiento del plutón. En el noroeste, el basamento expuesto en la Sierra Las Cruces, Sierra La Gata, y la Isla Cerralvo se enfriaron a través de las temperaturas de cierre biotitas entre 88-102Ma con un pico a 93 Ma. Las hornblendas y biotitas tienen generalmente edades concordantes. La mayoría de las rocas de basamento expuestas en las cadenas localizadas más al sur se enfriaron después, entre 75-90Ma. La comparación con datos disponibles de zirconios U-Pb de las rocas cristalinas indica que la intrusión y las edades de cierre de K-Ar en biotitas son muy cercanas en la mayoría de las áreas. En general, nuestras mediciones termo-cronológicas y la termo-barométricas previas nos llevan a concluir que, al nivel de erosión presente, virtualmente todas las rocas de basamento del Bloque Los Cabos cristalizaron a profundidades menores de 10km.

GETT-12

LAS PSEUDOTAQUILITAS DE LA FALLA DE LOS PLANES, LA PAZ, BCS

Nieto Samaniego Angel F.¹, Alaniz Alvarez Susana A.¹, Tolson Gustavo² y Pérez Venzor José Antonio³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

Correo Electrónico: afns@geociencias.unam.mx

² Instituto de Geología

³ UABCS

Asociadas a la Falla de Los Planes hay numerosas fracturas rellenas de materiales de falla: milonitas, filonitas, cataclasitas y pseudotaquilas; de ellas, centraremos nuestra atención en las pseudotaquilas. De nuestra experiencia personal, hemos percibido que tanto entre estudiantes, como entre nuestros colegas especialistas en diversos campos de las ciencias de la Tierra, estas rocas son en general poco conocidas. Esto se debe en buena parte a que la literatura que trata sobre ellas es muy escasa; considérese como ejemplo que en una búsqueda que realizamos el 25 de Agosto de 2003 en GeoRef, se obtuvieron los resultados siguientes: para "pseudotachylites" 69 entradas, para "mylonites" 4,922, para "rhyolites" 7921 y para "basalts" 40,093.

Las pseudotaquilas son rocas que se forman por fusión de los materiales rocosos debido a dos causas, (a) por fricción durante el deslizamiento entre dos paredes y (b) por presión en los impactos meteoríticos. Una de las características más interesantes de estas rocas es que, cuando se las encuentra asociadas a fallas, representan el resultado de actividad sísmica de dicha falla; de hecho, hasta el momento es la única evidencia de campo que permite asegurar eso.

Su identificación en México ha sido casi nula, solamente tenemos noticias de dos reportes, una en una tesis de licenciatura sobre la falla de Los Planes y otra en una tesis doctoral donde se las asocia a la falla de Chacalapa. Los criterios para su identificación no parecen ser muy conocidos, tanto a nivel de afloramiento como microscópico, ya que en varios trabajos detallados sobre las zonas mencionadas se las ha confundido con otras rocas de falla. Un dato anecdótico es que tuvimos que esperar un año para obtener financiamiento para el proyecto de investigación sobre las pseudotaquilas de la falla de Los Planes, debido a que nuestra propuesta fue rechazada, posiblemente motivado en parte porque uno de los árbitros comentó conocer la zona de estudio y dijo suponer que habíamos confundido pseudotaquila con otras rocas o estructuras, ya que esas rocas no existían allí.

En este póster mostramos una serie de fotografías de afloramiento, muestra de mano y lámina delgada, ilustrando las distintas texturas, asociaciones y otras características que permiten identificar la presencia de fases vítreas ya sea en su estado original o bien, alteradas o recrystalizadas. Esperamos con esto contribuir a difundir el conocimiento sobre este tipo tan especial de rocas que guardan numerosas incógnitas tanto sobre su origen como sobre su significado.

GETT-13

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Pérez Venzor José Antonio¹, Kimbrough David L.², Grove Marty², Orozco Quintana Dagoberto¹, Abdo Loera Farid¹ y Ramos Anleu Dulce Abril¹

¹ UABCS

japerez@uabcs.mx

² San Diego State University

El trabajo expone los resultados alcanzados a la fecha de las investigaciones geológicas realizadas en Isla Cerralvo, localizada en el extremo sur del Mar de Cortes.

Geomorfológicamente está conformada por un relieve tectónico e intrusivo en bloque. Litológicamente las rocas dominantes son metamórficas y plutónicas, con solo afloramientos restringidos de rocas volcánicas y sedimentarias. Las rocas metamórficas fueron agrupadas en un complejo metamórfico, mientras que las rocas plutónicas en un ensamble plutónico, las volcánicas afloran únicamente en el extremo norte, y las sedimentarias se encuentran en dos afloramientos reducidos uno en el extremo norte que y el segundo en la parte centro suroeste

Las rocas del Complejo metamórfico comprende esquistos verdes, gneises y migmatitas. Los primeros son los más dominantes y conforman la parte centro norte de la isla. Por su parte, los gneises están distribuidos en toda la isla alternando con los esquistos. Las migmatitas afloran principalmente en el extremo sur, pero también existen afloramientos aislados en la región centro oeste.

El Ensamble plutónico lo conforman granitoides principalmente granodioritas, granitos y tonalitas, así como varios sistemas de diques con composición que varía de félsicos a máficos. Los diques se emplazaron tanto en el complejo metamórfico como en el ensamble plutónico. Los intrusivos están emplazados en los metasedimentos con contactos concordantes, discordantes y por falla. En el extremo norte de la isla afloran rocas piroclásticas félsicas: ignimbrita, parcialmente soldadas con pocos fenocristales y abundante matriz, la base es brechosa; está coronando la secuencia litológica de esta región de la isla.

Las rocas sedimentarias cartografiadas en el extremo norte corresponden a un conglomerado compacto color rojo burdamente estratificado que sobreyace a los esquistos verdes y subyace a la ignimbrita. El segundo afloramiento de rocas sedimentarias cartografiadas aflora en el centro-oeste y corresponde a una arenisca la cual varía a un conglomerado que sobreyace discordantemente a las rocas metamórficas y esta afectada por fallas normales.

Estructuralmente el fallamiento normal está dominando en toda la isla. Es posible documentar fallamiento de bajo ángulo y plegamiento intenso, este último principalmente en los esquistos verdes. En la región centro occidental se cartografiaron franjas de rocas protomilonitas a miloníticas de decenas de metros de espesor. El rumbo de la foliación de las rocas metamórficas es entre N 10° E y N 40° E, con inclinación de 30°–40° al NW. Las fallas normales presentan un rumbo NE con bloque caído al NW.

La presencia de esquistos en el norte, de gneises en el centro y migmatitas en el sur, indican un marcado cambio de facies en dirección norte-sur en condiciones de bajo a alto grado de metamorfismo. Las rocas del extremo sur de la isla Cerralvo pueden tener relación con las rocas migmatíticas de la Sierra de la Gata.

GETT-14

IMÁGENES SÍSMICAS DEL FALLAMIENTO Y LA SUBDUCCIÓN FÓSIL DE LAS MÁRGENES DE BAJA CALIFORNIA SUR

González Fernández Antonio¹, Fletcher John M.¹, Lizarralde Daniel², Kent Graham M.³, Harding Alistair J.³, Hollbrook W. Steven⁴, Umhoefer Paul J.⁴, Axen Gary J.⁵ y Gorman Andrew R.⁶

¹ Depto. de Geología, CICESE

Correo Electrónico: mindundi@cicese.mx

² School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology

³ Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego

⁴ Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming

⁵ Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles

⁶ Department of Geology, University of Otago, Dunedin, New Zealand

De septiembre a noviembre del 2002 se llevó a cabo un experimento geofísico utilizando 2 barcos y personal en tierra, con el objetivo de investigar el magmatismo y la estructura de la litosfera en el Golfo de California y la margen del Pacífico de Baja California Sur, para entender mejor los procesos de ruptura y separación de la península de Baja California de México continental. En este experimento se registraron datos de sísmica de reflexión profunda, sísmica de gran ángulo, gravimetría, magnetometría y batimetría. En

este trabajo se presentan los resultados preliminares del procesamiento e interpretación de una línea de sísmica profunda en las márgenes de Baja California Sur.

Para la obtención de los datos de sísmica de reflexión profunda se utilizó un arreglo de cañones de aire comprimido con un volumen total de 8000 cu.in., recibiendo las señales sísmicas en un cable de registro de 480 canales y 6000 m de longitud, equipo remolcado por el buque oceanográfico Maurice Ewing.

Se han obtenido secciones sísmicas apiladas y migradas, en las cuales se observan diferentes estructuras de interés. En el extremo W de la sección correspondiente a la margen del Pacífico se observa la zona de subducción fósil, con la trinchera cubierta por sedimentos recientes, pertenecientes al abanico de Magdalena. Continuando hacia el E, a poca distancia del talud se localiza la zona de falla Tosco-Abrejos, con una cierta componente de extensión. A continuación es posible interpretar una cubierta sedimentaria reciente de poco espesor, la cual sobreyace en discordancia erosiva a un amplio sinclinal, probablemente previo al cese de la subducción. En la parte E de la sección se puede observar una estructura de semigraben, con una zona milonítica que define la falla lítrica maestra de este semigraben. Varias fallas normales cortan la secuencia sedimentaria en el semigraben, siendo tanto sintéticas como antitéticas con la falla maestra. Se identifican otros escarpes de falla que parecen estar relacionados con la falla principal, la cual es probablemente la extensión hacia el sur de la falla Santa Margarita-San Lázaro, la cual es observable en superficie en las islas Santa Margarita y Magdalena, donde ya había sido reportado un detachment.

En la margen del Golfo de California la línea comienza en la boca de la Bahía de La Paz, observándose un marcado talud que se corresponde con las fallas observables en las islas Partida y Espíritu Santo. El resto de la línea está marcado por numerosas fallas laterales y normales que producen fuertes variaciones en la batimetría.

GETT-15

THE TOSCO-ABREJOS FAULT REVISITED: EVIDENCE OF MOTION PARTITIONING BETWEEN THE PACIFIC PLATE, BAJA CALIFORNIA AND THE NORTH AMERICAN PLATE

Michaud François¹, Sosson Marc², Royer Jean-Yves³, Chabert Anne², Calmus Thierry⁴, Mortera Gutierrez Carlos⁵, Bigot-Cormier Florence⁶, Bourgois Jacques⁷, Pontoise Bernard⁷, Bandy William⁵ y Dymet Jérôme⁸

¹ Géosciences Azur, UPMC, Villefranche/Mer, France

Correo Electrónico: micho@obs-vlfr.fr

² Géosciences Azur, CNRS

³ Domaines Océaniques, IUEM, Brest

⁴ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

⁵ Instituto de Geofísica, UNAM

⁶ Géosciences Azur, UNSA

⁷ Géosciences Azur, IRD

⁸ Institut de Physique du Globe, Paris

Along the western Baja California margin, after 12 Ma the subduction regime is assumed to have been replaced by the development of a transform boundary between the Pacific and North America plates. This transform boundary, parallel to the Pacific margin of Baja California, and named the Tosco-Abrejos fault zone (TAF) between 23°N and 28°N of latitude, is active until 5–3.6 Ma when the transform limit migrated into the Gulf of California area (Spencer and Normark, 1979; 1989; Stock and Hodges, 1989; Lonsdale, 1989).

Consequently since 5-3.6 Ma the modern Pacific-North America plate boundary is assumed to be located in the Gulf of California, and the Baja California to be transferred to the Pacific plate.

During the FAMEX cruise (R/V L'Atalante, April 2002), swath bathymetry data were acquired along the Baja California margin from 23°N to 27°N. Several seismic profiles were also collected across the margin, using 300 inch3 GI guns tuned in harmonic mode and a streamer with six 50m-long channels. The 10s pop-rate at a 10 knots speed allowed a 3-fold coverage with a record-length of 4s.

The margin upper-slope displays several flower structures located along the right-lateral strike-slip TAF. Moreover recent sediments faulted by these structures clearly indicate recent strike-slip activity along the TAF from 23°N to 27°N. The uppermost seismic unit unconformably overlies the older seismic units, but is also deformed by the strike slip fault zone. Normal component is deduced from the normal faults which narrows basins along the strike slip fault zone. Thus we assume that the recent tectonic regime is transtensive. Previous interpretations (Normak et al., 1987; Spencer and Normak, 1989) assumed that the TAF was mainly active between 12 and 5 Ma. The major features along the TAF (and Tosco-Abrejos Trough) look related to recent motion (after 5 Ma) although we cannot preclude that the TAF developed on an older weakness zone related to previous (12 Ma to 5 Ma) strike slip activity.

Present-day kinematic models suggest a partitioning of the Pacific and North American relative motion (DeMets, 1995; Dixon et al., 2000; DeMets and Dixon, 1999), with a kinematic prediction of 7.1 mm/yr along a NW51.3° direction. We evidence along the active TAF some dextral strike slip movement combined with small extension (dextral transtension), consistent with the kinematic prediction of 7.1 mm/yr along a NW51.3° direction, which is oblique with respect to the W35°-40° strike of the fault. This fault may thus represent the boundary between the Pacific plate and a Baja California Block, bounded by the Gulf of California spreading system and the TAF.

GETT-16

PALINSPASTIC RECONSTRUCTIONS OF THE GULF OF CALIFORNIA BASED ON AIRY ISOSTATIC PROFILES: EVIDENCE FOR ONE KINEMATIC PHASE OF NEOGENE SHEARING

Fletcher John M.¹, Martín Atienza Beatriz¹, Axen Gary J.², González Fernández Antonio¹, Hollbrook W. Steven, Kent Graham M., Lizarralde Daniel, Harding Alistair J. y Umhoefer Paul J.

¹ División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Correo Electrónico: jfletche@cicese.mx

² Dept. Earth & Space Sciences, UCLA, Los Angeles, CA.

Palinspastic reconstructions of serial crustal profiles drawn parallel to transform faults yield new estimates of total shear and define relative magnitudes of orthogonal versus transform-parallel rift components across the Gulf of California. Crustal thicknesses in serial cross sections across the Gulf depression were calculated from topographic profiles assuming local airy isostatic compensation, and model parameters like crust-mantle density contrast and thickness of a reference crust were calculated by fitting predetermined crustal thickness variations in the Peninsular Ranges and Gulf extensional province (e.g., Lewis et al., 2001, JGR). The serial cross sections show that the magnitude of seafloor spreading is highly variable and correlated with the geomorphologic expression of the spreading

centers; magmatically robust ridges like the EPR, Alarcon and Guaymas have accommodated 210 to 340 km of separation, whereas, the magmatically starved centers that form deep rhombochasmic basins like the Pescadero, Carmen and Farallon have accommodated only 80-130 km of separation. Nonetheless, differences in the magnitude of seafloor spreading are systematically offset by differences in the magnitude of continental extension, and total tectonic separation calculated in nine separate profiles generally ranges from 450-500 km. Profiles across the southern tip of Baja show less total separation than those farther north, which indicates that there is small component (5-20 km) of margin-perpendicular tectonic transport. Because the total separation vector is large in magnitude and subparallel to the modern transforms, we infer that the Gulf must have opened in one kinematic phase of Neogene shearing.

The serial cross sections show magnitude of seafloor spreading is highly variable across different segments: Guaymas 280 = km, Farallon = 130 km, northern Pescadero = 130 km, central Pescadero = 80 km, Alarcon = 210-250 km, EPR = 280-340 km.

GETT-17

EL MOVIMIENTO DE LA CUÑA DE SAN LUCAS EN LA PLACA DEL PACÍFICO

Alvarez Béjar Román

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: rab@leibniz.iimas.unam.mx

El movimiento de la península de Baja California ha sido analizado por diversos autores utilizando diversos criterios, pero todos coinciden en que su desprendimiento de la placa Norteamericana está asociado a penetraciones de la Cordillera del Pacífico Este (CPE) hacia dicha placa. La CPE a su vez ha generado patrones de anomalías magnéticas, llamadas isócronas, que permiten reconstruir la trayectoria seguida. No obstante, las isócronas presentan un comportamiento anómalo al occidente de Cabo San Lucas en tanto que no siguen la secuencia normal ...3,4,5,6... Ma, sino que se registran como ...4,5,4,5,6... Ma, denominándolas dícronas, en contraste con las de evolución temporal normal, que ocurren a lo largo de la CPE, entre la Zona de Fractura de Rivera y la Zona de Fractura de Tamayo de 1 a 3 Ma. Aquí se propone una explicación a la localización de dichas anomalías, que se basa en un método de reconstrucción de la posición de la península, denominado Método de Incrementos, en el que se elimina piso marino correspondiente a un periodo determinado, por ejemplo de 0 a 1 Ma, haciendo coincidir las isócronas de la misma edad (1 Ma en este ejemplo), bajo la suposición de que el piso marino restante se mueve como un bloque rígido, limitado por las zonas de falla. El movimiento así obtenido para la península de Baja California coincide bien con los desplazamientos correspondientes de la misma, obtenidos mediante polos de rotación. Se identifica a la Cuña de San Lucas como una cuña que se abre hacia el Pacífico, limitada por la Zona de Falla de Calafia y la Zona de Falla de San Lucas (propuesta). Estos resultados sugieren que esta cuña se ha movido con velocidades promedio de casi el doble de la velocidad de esparcimiento del piso marino en los últimos 4 Ma.

GETT-18

ELASTIC THICKNESS OF THE LITHOSPHERE BELOW THE TEHUANTEPEC RIDGE

Manea Marina, Manea Vlad Constantin y Kostoglodov Vladimir
 Instituto de Geofísica, UNAM
 Correo Electronico: mary@ollin.igeofcu.unam.mx

7 shipborne bathymetry and free-air gravity profiles, crossing the Tehuantepec ridge and fracture zone (TR), have been used to estimate the elastic thickness (T_e) of the oceanic lithosphere, by the means of the admittance technique. The age of the oceanic lithosphere and the bathymetry in the vicinity of the TR change abruptly from the NW to SE. The assessment of the age of the lithosphere at the time of bathymetric loading of the TR can be deduced from the analysis of the experimental admittance and the elastic thickness T_e . We have computed the admittance, which is interpreted in terms of isotropic elastic plate thickness. A model with a T_e of 10 ± 5 km fits well the observed admittance. The shape of the admittance (low values at low wave-numbers) suggests that TR is isostatically compensated. Using a diagram of the T_e versus the age for a cut-off temperature of 450°C , the age of $\sim 15 \pm 10$ Ma was obtained for the oceanic lithosphere at the time of TR onset. These results together with new GPS observations along the coast of Chiapas may shed some light on the formation history of the TR.

GETT-19

DIGITAL GEOSCIENCES: UNA NUEVA REVISTA ELETRÓNICA ARBITRADA PARA MAPAS

Origel Gutiérrez Gabriel¹, Ferrari Luca¹, Urrutia Fucugauchi Jaime², Padilla Ricardo³, Tolson Gustavo⁴ y Palacios José Luis⁵

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.

Correo Electrónico: luca@geociencias.unam.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto Mexicano del Petroleo

⁴ Instituto de Geología, UNAM

⁵ Instituto de Geografía, UNAM

La publicación de revistas arbitradas en formato electrónico ha crecido recientemente debido a que su producción resulta ser más económica y porque representa mayores posibilidades de difusión. Incluso, las publicaciones científicas impresas cuentan también con una versión web desde la cual los suscriptores pueden realizar búsquedas y descargar artículos específicos. Simultáneamente, la publicación de materiales cartográficos interactivos por medio del web ha tenido una tasa de crecimiento exponencial, incluso mayor a la del mismo Internet. Sin embargo, no existen antecedentes de publicaciones electrónicas con arbitraje científico especializadas en mapas. En este trabajo se presenta el prototipo del Servidor de Mapas del proyecto interinstitucional Digital Geosciences, el cual tiene por objetivo producir una publicación científica en Internet, especializada en la divulgación de la cartografía generada por investigaciones en Ciencias de la Tierra. Se propone la utilización de un servidor de mapas web como una alternativa para la publicación arbitrada de materiales cartográficos bidimensionales, que permita también la integración de una base de datos espaciales, así como de metadatos respectivos. De esta forma los usuarios podrán conocer todas las características de los mapas y sus datos asociados. El prototipo se encuentra en etapa de evaluación y aplicación de pruebas de desempeño que permitan definir su mejor configuración. Como primeros documentos se prevé publicar los trabajos "Digital

Cartography of the Trans-Mexican Volcanic Belt" por Ferrari y colaboradores) y "Tectonic Map of Mexico" (por Padilla y colaboradores) (http://satori.geociencias.unam.mx/Digital_Geosciences). Actualmente el sistema está instalado en un servidor web que utiliza Windows 2000 Server, IIS 5.0, ArcIMS 4.0.1 de ESRI y el servlet Apache Tomcat 4.1.1.2. Se están evaluando dos opciones de publicación. La primera está basada en un servicio de imágenes generadas a demanda del usuario, utilizando código HTML y garantizando su consulta multiplataforma desde cualquier explorador de páginas web. La segunda utiliza el servicio de imágenes de ArcMap (un mapa generado en el programa ArcGIS de ESRI), esta última opción además de incluir las ventajas de la primera, tiene un mejor diseño cartográfico y se recomienda para mapas cuya simbología o diseño, sean más exigentes o complejos. En este momento estamos trabajando en la definición de las normas técnicas y el proceso de evaluación de cada mapa. El proyecto considera la participación del Centro de Geociencias y de los institutos de Geofísica, Geología y Geografía, todos de la UNAM. Se prevé tener las publicaciones distribuidas en diferentes servidores de las dependencias participantes ligados a través de un portal común. La adaptación técnica de los materiales por publicar en el servidor de mapas Digital Geosciences, así como el diseño de su interfaz gráfica y las herramientas de interacción a demanda del usuario, favorecerán la consulta y distribución de los documentos cartográficos, así como el acceso a sus datos espaciales. Finalmente, la integración de la tecnología de servidores de mapas y el seguimiento de un protocolo para la publicación científica arbitrada, conforman una publicación digital que brinda la seguridad y el reconocimiento institucional para que cada vez más se incrementen nuevas contribuciones cartográficas al proyecto.

GETT-20

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO. UNA REVISIÓN POR SECTORES (PARTE 1 DE 2)

Aguirre Díaz Gerardo J.

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: ger@geociencias.unam.mx

El Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) es uno de los arcos volcánicos de margen continental más complejos del mundo. Algunos de los rasgos peculiares de este arco son: la coexistencia en tiempo y espacio de vulcanismo alcalino y calco-alcalino, la gran variabilidad del estilo volcánico y composición química, la notable variación en la distribución espacial del vulcanismo, la sectorización en un mosaico de varias subprovincias cada una con sus propias características, ya sean volcánicas, morfológicas, estructurales, o químicas, y la ocurrencia de una tectónica extensional intra-arco contemporánea al vulcanismo orogénico sin desarrollo claro de un tras-arco (back-arc). Se define al CVM como una provincia volcánica del Neógeno-Cuaternario de margen continental en el centro de México, que se extiende de costa a costa, con una orientación este-oeste entre los paralelos 19° y 21° , y oblicuo en hasta 15° a su trinchera. Sus dimensiones son 50 a 200 km de anchura y aproximadamente 1000 km de largo. Miles de estructuras volcánicas, tales como conos cineríticos, domos de lava, maars, volcanes escudo, volcanes compuestos, complejos de domos y calderas, han sido identificados en esta provincia.

El CVM puede ser dividido en tres grandes sectores, basado en los estilos volcánico-estructurales predominantes. El sector occidental (106° - 103.5° W) está principalmente confinado dentro de dos depresiones, el graben NW Tepic-Zacoalco, y el graben o semi-graben NS de Colima, y en pequeños grabens en el bloque de Jalisco. Este sector presenta una gran diversificación en estilos volcánicos y composición química de los productos, desde basaltos a riolitas calco-alcalinos, pero también incluye lavas primitivas alcalinas y rarezas como lamprófidos (minettes) y comenditas. Incluye a conocidos volcanes como el Ceboruco, Tequila, Sangangüey, San Juan, Nevado de Colima y Colima, así como algunas calderas como La Primavera y Las Navajas, ambas con productos peralcalinos. Importantes modelos de procesos volcánicos sobre emplazamiento de ignimbritas (agradación y brechas co-ignimbriticas líticas de rezago) han sido establecidos utilizando ejemplos de este sector, como la ignimbrita Acatlán y la ignimbrita Tala o Río Caliente. Originalmente establecido como una unión triple de rift, esa idea ha ido cambiando y ahora se duda incluso de la existencia del graben de Colima.

El sector central (103.5° - 99° W) ha sido el relativamente menos estudiado de los tres, en particular desde el aspecto petrológico. El límite W de este sector corresponde al borde occidental del campo volcánico Michoacán-Guanajuato y el límite E con la cadena volcánica Telapón-Iztaccihuatl-Popocatepetl o TIP (que es parte del sector oriental). Aunque este sector incluye varios volcanes compuestos antiguos (10 Ma) y jóvenes (e.g., Nevado de Toluca, La Joya y El Zamorano), se caracteriza más por la presencia de grandes complejos volcánicos con evidencia de largos periodos de actividad (>1 Ma), generalmente del Mioceno-Plioceno, campos volcánicos monogenéticos del Plioceno-Cuaternario (Michoacán-Guanajuato, Chichinautzin, Jilotepec y Valle de Bravo), pero sobre todo, por la abundancia de ignimbritas y calderas (Amazcala, Amealco, Huichapan, Apaseo, Agustinos, Azufres, Zitácuaro, Catedral, Macua, La Muerta), la mayoría con edades entre los 6 y 3 Ma.

GETT-21

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO. UNA REVISIÓN POR SECTORES (PARTE 2 DE 2)

Aguirre Díaz Gerardo J.

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.
Correo Electrónico: ger@geociencias.unam.mx

Tres sistemas de fallas regionales afectan el sector central, el NNW Taxco-San Miguel de Allende, el E-W Chapala-Tula, y el NE Tenochtitlán (o Zihuatanejo – Tlaxcala). Los dos primeros se intersectan entre Toluca y Querétaro formando un arreglo ortogonal de grabens y horsts y con evidencia de haber sido contemporáneos en ciertos tiempos y ciertas zonas. El tercero afecta tanto el sector central como el sector oriental, afectando los valles de México, Puebla y Apan.

El sector oriental (103.5° – 96.5° W) abarca desde la cadena TIP hasta el Golfo de México. Aunque separado, algunos autores incluyen el campo volcánico de Los Tuxtlas y al volcán San Martín en el CVM, localizados un poco más al SE sobre la costa del Golfo (95° W). Este sector incluye varias formas y estilos volcánicos, como domos (Derrumbadas), maars (xalapascos), campos monogenéticos (Apan) y calderas anidadas (Los Humeros-Potrerillos, Tulancingo-Acapulco), pero su principal característica son los grandes estratovolcanes separados por amplios valles, como por ejemplo la cadena TIP, La Malinche, y la cadena Cofre de Perote-Pico de Orizaba (CPPO). Excepto la

Malinche, estos volcanes se desarrollaron como alineamientos N-S, aparentemente con migración del vulcanismo hacia el sur, aunque esta idea está ahora en duda, al menos para la cadena CPPO.

Un rasgo poco documentado a lo largo de todo el CVM es la presencia de extensos depósitos fluvio-lacustres intercalados con lavas, cenizas, ignimbritas y otros productos volcánicos del CVM, lo que indica que grandes lagos coexistieron con el desarrollo del CVM. Evidencia de estas cuencas se observan en los 3 sectores del CVM y están generalmente relacionadas con los sistemas de fallas regionales (grabens) que lo afectan. Gran parte de la historia geológica del CVM, desde el Mioceno hasta el Presente, está registrada en los rellenos vulcano-sedimentarios de esas cuencas, algunas tan antiguas como la de El Bajío-Querétaro (10 Ma).

GETT-22

MIGRACIÓN DE LA DEFORMACIÓN EXTENSIONAL EN LA FRONTERA MESA CENTRAL-FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA A LO LARGO DEL SISTEMA TAXCO-SAN MIGUEL DE ALLENDE

Dávalos Alvarez Oscar G.¹, Nieto Samaniego Angel F.² y Alaniz Alvarez Susana A.²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Correo Electrónico: odavalos@geociencias.unam.mx

² Centro de Geociencias, UNAM

A lo largo de la Mesa Central (MC) y de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) se han documentado diversas fallas que tienen actividad entre el Oligoceno y el Reciente. Haciendo un bosquejo del desarrollo del fallamiento documentado en la MC y la FVTM a lo largo del sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende, se puede ver que existe un campo de deformación que migra del NNW al SSE.

Existen evidencias de fallamiento oligocénico en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Guanajuato; esta actividad muestra para ese tiempo (t1) un campo de deformación que concentra su actividad hacia la parte norte de la zona analizada, afectando principalmente a la MC. En la FVTM el registro del fallamiento correspondiente a esta época se desconoce, posiblemente debido a que es ocultado por vulcanismo reciente.

De la parte sur-sureste del estado de Guanajuato (San Miguel de Allende) al centro y sur del estado de Querétaro, se extiende un tren estructural conformado por varias fallas normales en las cuales se ha evidenciado una migración de su actividad, siendo más antigua en la parte norte que en la sur. A la falla San Miguel de Allende se le estiman dos periodos de actividad, uno durante el Oligoceno (t1) y otro durante el Mioceno medio, lo que marcaría el segundo tiempo (t2) que estamos analizando. Para t2 la deformación se concentra principalmente hacia la zona centro y sur del Estado de Querétaro, evidenciada por las fallas 5 de Febrero, Tlacote, San Bartolomé y el sistema de fallas Querétaro; La falla San Miguel de Allende parece ser el límite norte del campo de deformación durante t2.

En la parte meridional de la falla Querétaro sur, se documentó la disminución en la intensidad de fallamiento, lo que marca la migración del campo de deformación. En esta zona se documentó que el segmento norte de la falla Lagunillas-Huimilpan tuvo actividad miocénica y el segmento sur actividad pliocénica. Para este tercer tiempo (t3) cuya deformación se ubica del Plioceno al Reciente, se conoce sismicidad instrumental en Huimilpan y no se identificaron fallas con actividad actual. Hacia la FVTM y hacia el oriente de

Querétaro se conoce actividad histórica con sismos mayores (Acambay 1912 Ms=6.9; Maravatio 1979 Mb; Ixmiquilpan 1950 Mb=4.9, Actopan 1987 Mb=4.1 y Landa de Matamoros 1989 Mb=4.6). Nosotros interpretamos la distribución de las fallas sismogénicas suponiendo que la deformación en Huimilpan está terminando y el campo de deformación sigue migrando hacia el Sur y Oriente.

GETT-23

FALLAS MAYORES: CAUSAS Y EFECTOS DE SU LONGEVIDAD

Alaniz Alvarez Susana A. y Nieto Samaniego Angel F.
Centro de Geociencias, UNAM
Correo Electrónico: alaniz@geociencias.unam.mx

Uno de los principales elementos geológicos que modifican el relieve son la fallas, ellas acomodan la mayor cantidad de la deformación de la corteza superior. Hasta hace algunos años se pensaba que la geometría de la falla era indicadora de su cinemática, debido a que se consideraba que la mayoría eran de neoformación.

En las últimas dos décadas se ha dado un impulso grande al estudio de la reactivación de fallas. Los efectos de la repetida actividad de las fallas, relacionada con distintos eventos tectónicos, ha dejado un registro geológico importante en el centro y sur de México: cuencas subsecuentes o inversión de cuencas, distintos tipos de volcanismo sobrepuestos, afloramiento del basamento, y partición de la deformación.

Algunos modelos analógicos muestran que una deformación frágil extensional sobrepuesta a una anterior del mismo tipo y con distinta orientación, genera fallas paralelas a la primera generación y reactiva las fallas preexistentes; además, proponen que la reactivación es inhibida por la sedimentación en las cuencas. El deslizamiento observado resultó ser oblicuo, explicándose de acuerdo con el modelo de Bott, el cual propone que el deslizamiento es paralelo a la dirección de la componente de cizalla resultante del campo de esfuerzos. Otros modelos analógicos y conceptuales, han sugerido que el volcanismo favorece el fallamiento. Todos estos modelos indican que la principal causa de la reactivación es el menor esfuerzo normal resuelto sobre el plano de falla.

De acuerdo con el principio de Coulomb-Navier la causa de la reactivación puede ser el debilitamiento estructural por cambios en las propiedades físicas del material sobre el plano de falla (bajo coeficiente de fricción, poca o nula cohesión y alta permeabilidad); estas propiedades son características de las fallas maduras.

De las fallas que hemos estudiado en México continental, las fallas que involucran al basamento, característicamente maduras, son las que se distinguen porque se reactivaron bajo distintos estados de esfuerzos. Es posible probar, tanto en el análisis numérico como con trabajo de campo, que el debilitamiento de las propiedades físicas sobre el plano de falla es la causa de la reactivación y que, en contraste con los modelos analógicos propuestos, la cinemática no oblicua observada en las fallas mayores es más consistente con modelos que involucren partición de la deformación.

GETT-24

VOLCANIC RECORD AND AGE OF FORMATION OF THE MEXICO CITY BASIN

Ferrari Luca¹, López Martínez Margarita², Gonzalez Cervantes Norma¹, Jacobo Albarrán Jorge³ y Hernandez Bernal Maria del Sol⁴

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.
Correo Electrónico: luca@geociencias.unam.mx

² Depto. de Geología, CICESE

³ Gerencia de Geociencias, Instituto Mexicano del Petroleo

⁴ Depto. de Geoquímica, Instituto de Geología, UNAM

Mexico City is built over a deep tectonic basin buried beneath late Pliocene to Quaternary volcanic and volcanoclastic rocks. With the aim of understand the geometry and age of formation of the basin we have integrated surface geologic mapping of the region between Tenancingo and Cuernavaca, stratigraphic information of the deep wells drilled by PEMEX in the metropolitan area, and new ³⁹Ar/⁴⁰Ar and K/Ar datings of both surface rocks and well cores. Well data and the surface faults indicate that the southern boundary of the basin is a system of E-W striking, north dipping extensional faults beneath Nevado de Toluca, Popocatepetl and Sierra Chichinautzin that drop 2 to 2.8 km the Cretaceous limestone of the Cuautla and Morelos formations. The basin is further dissected by a two NNW-SSE trending extensional faults, passing beneath the Sierra de las Cruces volcanic chain and the center of the city. Fifteen new ³⁹Ar/⁴⁰Ar datings provide information on the age of the basin formation and filling. The lower unit in the basin is a volcanoclastic succession with intercalation of lava flows that yield six ages in the range 19.6 ± 0.3 to 16.7 ± 0.3 Ma in the Copilco, Tulyehualco and Mixhuca wells. Only one core in the Copilco well produced a young age of 9.0 ± 0.5 Ma. Unlike previous K-Ar ages these new ages are in complete agreement with the stratigraphic position of the cores. These early Miocene rocks are correlative with the Tepoztlán formation (TM). In fact a flow intercalated in the lahars and conglomerate of the lower part of this formation was dated at 16.3 ± 0.2 Ma in the Malinalco area, whereas at Cerro Tepozteco a maximum age is given by a block preliminarily dated at 18.3 ± 1.3 Ma. Basaltic to andesitic volcanoes adjacent to the TM in the Tenancingo-Malinalco area yielded slightly older ages of 20.5 to 19.5 Ma and are also affected by E-W normal faulting. The TM is bounded to the south by the E-W trending, faults cutting the Cretaceous limestone and its source is clearly to the north, in the Mexico City basin. Thus the time of the deposition of the TM is likely concurrent with the main phase of formation of the basin. The TM is not affected by major normal faulting but rocks of the same age are found up to 1000 m lower in the wells of Mexico City. This could indicate that some extension occurred also after its deposition. North of the basin several andesitic to dacitic stratovolcanoes produced K-Ar ages of ~15-11 Ma (Sierra de Guadalupe, Tepoztlan, and Villa del Carbon areas). Subsurface stratigraphy and exposed rocks clearly point to a gap in volcanism between ~9 and ~3.5 Ma, which is represented by several hundreds of meters of volcanoclastic deposits, sandstone and shale in the wells. By Pliocene times the filling began to be eroded by streams flowing to the south. The emplacement of the Sierra Chichinautzin in late Quaternary time closed the basin again, forming the Tenochtitlan lake.

GETT-25

LA DEFORMACIÓN DE LAS SECUENCIAS LACUSTRES DEL PLEISTOCENO-Holoceno: EVIDENCIAS DE ACTIVIDAD SÍSMICA IMPORTANTE EN LAS CUENCAS DE PÁZCUARO Y ZACAPU, MICHOACAN, MEXICO

Garduño Monroy Víctor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Angel²
y Israde Alcántara Isabel¹

¹ IIM, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Correo Electrónico: vgmonroy@zeus.umich.mx

² Universidad San Pablo CEU, Madrid, España

Estudios de Paleosismología realizados en secuencias lacustres de Zacapu y Pátzcuaro permiten observar que ambas depresiones lacustres han estado sujetas a una gran deformación, ya sea por procesos volcánicos o bien por efectos de sismos.

En el lago de Pátzcuaro se realizaron cuatro zanjas que permitieron el estudio de secuencias lacustres afectadas por eventos diferentes, ellos disturbando a sedimentos con edades inferiores a los 40,000 años.

Los cortes permitieron reconocer que la base de una secuencia lacustre está afectada por una deformación de tipo corrimiento (fallas inversas y slumps), la cual presenta periodos erosivos. Afectando a estas dos deformaciones se observa una fallamiento de tipo normal que corta a unidades lacustres ricas en eventos volcánicos. Esta ultima fase de fallas normales es la responsable de una estructura que se observa al sur del lago de Pátzcuaro y que configura la morfología de la isla de Jarácuaro. Además se observo que este fallamiento de tipo normal esta afectando a suelos con restos de cerámica del Pueblo Purepecha y está estrechamente relacionada con un colapso que genera un gran depósito de avalancha.

Por otro lado en la cuenca de Zacapu secuencias lacustres del Holoceno y Pleistoceno configuran una morfología de lomeríos los cuales en las zanjas realizadas corresponden a pliegues métricos de secuencias lacustres ricas en niveles de ceniza volcánica. También en este sitio es muy obvia la deformación de ellos.

Con estos estudios se ha logrado constatar que las zonas estudiadas hasta ahora presentan una deformación intensa, la cual genera grandes cambios en las columnas litológicas de los lagos, ya que muchos de los eventos de deformación registrados son sinsedimentarios, lo cual seguramente generara cambios de facies que puedan ser interpretados de una forma equivocada. Por ejemplo dos pozos realizados para recuperar núcleos continuos en la región de Cantabria y separadas de unos metros, revelaron historias sedimentarias muy diferentes.

Deformación de secuencias lacustres importantes se han detectado a todo lo largo del Cinturón Volcánico Mexicano (Acambay, Ixtlahuaca, Maravatio, Zacoalco, etc). Ello permite cuestionar sobre los métodos de estudios en los lagos volcánicos realizados hasta ahora, estos últimos, seguramente su evolución fu diferente de aquellos lagos que se forman en áreas glaciares.

GETT-26

PALEOSISMOLOGIA Y EFECTOS DE LICUEFACCIÓN EN LA REGION DE ACAMBAY, MÉXICO

Rodríguez Pascua Miguel Angel¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

¹ Universidad San Pablo CEU, Madrid, España
Correo Electrónico: marodpas@pop.ceu.es

² IIM, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

En 1912 un sismo de 6.3 de magnitud causa grandes daños en el centro de México, el epicentro fue registrado dentro del Graben de Acambay, estudios posteriores revelaron que esta estructura se extiende por mas de 200 Km. y comprende una serie de estructuras de dirección E-O. Para 1989 un nuevo evento sísmico se reporta en este sistema, ahora solo afectando la región de Maravatio.

Tomando como base estudios de efectos de licuefacción generados en sismos actuales y tomando en cuenta que dentro de las depresiones E-O se han formado secuencias terrígenas ricas en alternancias de arenas (volcánicas) y arcillas; se realizo un estudio de paleosismologia en todas las secuencias lacustres de Acambay e Ixtlahuaca, Estado de México.

Los primeros resultados de este estudio han mostrado una frecuencia importante de sismos durante el Pleistoceno-Holoceno, divididos en dos grupos, reconociendo hasta ahora:

a. Sismos que generen slumps:

1. Sismo I. En la base de la secuencia lacustre se encontraron alternancias de secuencias lacustres de limos, arenas y productos piroclásticos muy deformados, formando pliegues métricos y un nivel de despegue o corrimiento. La base de esta secuencia la constituyen lavas y un nivel de ceniza sin deformar.

2. Sismo II. Después de un periodo importante de desarrollo de secuencias lacustres y de un evento volcánico básico se observa un nuevo evento sísmico, con procesos de slump que tuvieron como línea de despegue, nuevamente, un nivel de ceniza.

b. Sismos que generan licuefacción:

3. Sismo III. En una alternancia de arenas volcánicas de color gris oscuro y arcillas y limos, se presentan estructuras de volcanes de arena y colapsos.

4. Sismo IV. También en arenas y limos se generan estructuras en almohadillas.

5. Sismo V. En limos y arcillas se generan pliegues e inyecciones de niveles de pómez.

6. Sismo VI. Limos y arenas volcánicas son afectados por estructuras en almohadilla.

Todas las estructuras observadas en este estudio corresponden a sismos con magnitudes superiores a 5 grados de magnitud con epicentros en un radio de 25 Km.

Estos resultados permiten de hace uso de estas estructuras para utilizarlas como paleosismografos en áreas de actividad sísmica y cuencas lacustres.

GETT-27 CARTEL

CONSTRAINING THE AGE OF BASEMENT UPLIFT AND RELATED STRUCTURE OF THE COPALILLO BASIN DURING THE EARLY TERTIARY, SOUTHERN MEXICOCerca Martinez Mariano¹, Ferrari Luca² y López Martínez Margarita³¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla

Correo Electrónico: mcerca@geociencias.unam.mx

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla³ Depto. de Geología, CICESE

We propose that the origin of the Copalillo Basin, and possibly other Tertiary basins in the Alto Balsas region, is related to uplift of the Acatlan complex during the uppermost Cretaceous and Early Tertiary. Uplift of the Acatlan complex has been previously recognized along the Papalutla Fault and associated with Laramide shortening. However, the geological evolution of the adjacent Copalillo basin in the Tertiary poses two inconsistencies of this interpretation: (1) the Tertiary age of uplift to form the eastern flank of the basin postdates Laramide shortening and (2) the structural style of deformation differs within the basin and superpose to previous shortening in older rocks around the basin. Accordingly we prefer an interpretation of structural data in which the uplift is related to a different early Tertiary deformation. The Tertiary age of the uplift is supported by the 40Ar-39Ar age in biotites of a reworked lithic tuff within a sedimentary sequence that yielded 62 Ma. This age is in agreement with those of several other lavas, tuffs and intrusive bodies found in adjacent basins. The Early Tertiary sedimentary sequence of the Copalillo Basin consists of quartzite bearing conglomerates and sandstone (redbeds) with intercalated volcanic rock. The source of quartzite fragments is inferred to be the Cualac conglomerate, located above the Paleozoic metamorphic rocks of the Acatlan complex. The volcanic rocks show evidences of re-working in fluvial-lacustrine(?) environment and the entire sequence is to some extent folded forming a sinclinal structure. Deformation progressively decreases to the northwest and is insignificant in early Paleocene volcanic rocks about 20 km from Copalillo. Therefore, uplift of the basement and deformation of the Copalillo basin is constrained within the Paleocene – Early Eocene, although previous vertical movements of the Papalutla Fault can not be discarded.

GETT-28 CARTEL

UNA TERRAZA MARINA EN LA COSTA DE ILO-PERÚ Y SU IMPLICANCIA SISMOTECTÓNICACuenca Sánchez Julio¹ y Cuenca Sánchez Jorge H.²¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

Correo Electrónico: jccsa@pumas.ingen.unam.mx

² Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Perú

Se estudia el levantamiento de una terraza marina localizada al sureste de Punta Coles (Ilo) en la costa del Departamento de Moquegua Perú. Esta terraza con significativa extensión lateral hacia el sureste de la costa con longitud de varios kilómetros, se alza a 40 metros de la línea de costa (aguas del mar) y alcanza una altura de 12 metros donde se extiende en forma de planicie hasta la carretera Ilo-Moquegua. En la Cordillera de la Costa y en las Llanuras Costeras, dichas terrazas costeras aparecen como un escalón del Océano Pacífico. En la zona se puede observar una terraza alta (150 a 250

msnm) en la Cordillera de la Costa y una terraza inferior (10 a 50 msnm) mejor desarrollada al sureste de Punta Coles alejada de la boca del río Moquegua. Esta terraza marina al sureste de Punta de Coles esta bien conservada con su cara expuesta y mirando al mar en parte cubierta por taludes de arena, sus partes visibles muestran una estratificación horizontal en varias capas intercaladas las cuales reflejan varias y seguidas etapas de sedimentación parecidas en tiempo, en acuerdo con un espesor muy similar. Dentro de su estratificación se remarca por su constancia y espesor una capa compacta de grano fino (arenisca de origen marino), esto estaría relacionado con una etapa de aguas tranquilas o de fondo marino o alguna etapa de cimentación tranquila de muchos granos finos. En otros horizontes o capas hay una mezcla de restos calcáreos de conchas marinas cementados en una matriz de arena de playa, que reflejan los movimientos fuertes del agua marina en aguas más superficiales que fueron aumentando en varias capas estratificadas. La extensión de la terraza marina junto a la playa va siguiendo una leve curvatura de la línea de costa alcanzando mas de 4 km de largo y representa un levantamiento de la costa ya que su parte más alta capa se encuentra a 20 metros arriba del nivel de las aguas del mar. El levantamiento local al sureste de Punta Coles, asociado a características sismotectónicas, forma parte de un segmento de ruptura que puede referirse a los fuertes eventos sísmicos históricos al Codo de Arica (Chile), Tacna y parte de Moquegua (Perú). En la actualidad la zona más al noroeste de Punta Coles esta asociada al reciente terremoto del 23 de junio del 2001 (Mw=8.4), cuyo límite (barrera sísmica) de área de ruptura cae justo enfrente de la costa de la ciudad de Ilo.

GETT-29 CARTEL

GEOLOGÍA Y TECTÓNICA DEL BORDE CONTINENTAL DEL SUR DE CALIFORNIA (USA) Y NORTE DE BAJA CALIFORNIA (MÉXICO): RESULTADOS PRELIMINARES DE ESTUDIOS RECIENTESWong Ortega Victor¹ y Legg Mark R.²¹ Depto. de Sismología, CICESE

Correo Electrónico: vwong@cicese.mx

² Legg Geophysical

La región del Bordo Continental de California ubicado frente a las costas de Baja California es una región tectónicamente activa con fallas geológicas que son potencialmente peligrosas para las ciudades cercanas a la línea costa. Esta región es parte de la amplia frontera tectónica entre las placas de Norteamérica y la del Pacífico. La estructura geológica de esta zona es compleja y requiere de estudios detallados para entender tanto la geometría de las fallas como la actividad sísmica reciente. Estudios de geofísica marina en los años 80, demostraron que en esta región existen dos importantes sistemas de fallas con orientación NW-SE, desplazamiento lateral derecho que alcanzan a afectar las estructuras recientes del Cenozoico: el Sistema San Clemente y el Sistema Agua Blanca. Los resultados preliminares del estudio de geofísica marina llevado a cabo en enero del 2003 en la porción sur de la Cuenca San Clemente, muestran una región morfológicamente similar a la de cuencas, fallas transformadas y centros de dispersión del Golfo de California. La Cuenca del Sur de San Clemente se parece a un gran rombo centrado localmente entre fallas de rumbo: las fallas San Clemente y Animal Basin. La topografía en esta zona muestra una serie de depresiones con orientación N10E separada por una cordillera entre los sistemas de fallas San Clemente y Animal Basin, las cuales tienen una orientación N55W. La cordillera central, dominada por tres picos semicirculares, puede ser una cadena

de volcanes, pero también puede ser un complejo metamórfico compuesto por domos de esquistos del basamento, similares a los que se tienen en la región norte de Borde Continental. Las muestras del piso oceánico que se recolectaron de las cimas y laderas de los tres picos consisten en fragmentos del basamento regional de esquistos Catalina, rocas volcánicas andesíticas, gabros y otros tipos de rocas graníticas.

GETT-30 CARTEL

STRUCTURE OF PRE-VOLCANIC BASEMENT BELOW THE COFRE DE PEROTE-PICO DE ORIZABA VOLCANIC CHAIN: IMPLICATIONS FOR AVALANCHE GENERATION AT PICO DE ORIZABA VOLCANO

Concha Dimas Aline¹, Cerca Martinez Mariano², Rodriguez Elizarraras Sergio³ y Watters Robert¹

¹ University of Nevada, Reno

Correo Electrónico: aline@unr.nevada.edu

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla

³ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

Pre-volcanic structure of the basement influences volcanism distribution and avalanche generation in volcanic buildings. Therefore, systematic studies of basement structure below volcanic chains are necessary to understand the deformational effects observed in the surface and vice versa. Based on a compilation of preexisting information, analysis of aerial photographs, and collection of new structural data we analyze morphological and structural features of the Cofre de Perote-Pico de Orizaba volcanic chain and its basement. We have identified three sets of regional alignments that are related to basement trends. (1) NW40°SE fractures are parallel to anticlinal folds observed in cretaceous rocks that presumably originated during Laramide shortening. This folds present an abrupt morphology observed only in the eastern flank but likely to continue below the volcanic chain. (2) NE30°SW fractures are parallel to normal faults at the basement. We infer that these basement faults confine the CP-PO within a graben with a total normal displacement less than 400 m. These faults have been active through time since it has affected volcanic deposits and the emplacement of monogenetic vents. (3) Another set of faults, oriented N-S, has been observed affecting the scarce basement outcrops at the western flank of the chain covered by lacustrine deposits. These trends correlate with alignments measured in the volcanic building. In particular the alignment of monogenetic vents and NE40°SW and fracture set at Pico de Orizaba suggest that the same dyke trend exist at the interior of the volcanic building. With similar orientation, an alignment extends along the Jamapa Canyon, cuts the volcanic building and extends to the NE where it shows normal displacement to the east. N-S fractures cross the entire volcanic building while E-W fractures affect only the present day cone. Both fractures systems make the volcanic building unstable. We conclude that mechanical instability of the volcanic chain is influenced by the basement structure heterogeneity but further studies are necessary to discard their effects on volcano deformation.

GETT-31 CARTEL

SUBSIDENCE AND STRIKE-SLIP FAULTING OF THE CONTINENTAL SHELF OFF MANZANILLO, MEXICO, AS EVIDENCED BY MULTICHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA

Bandy William¹, Mortera Gutierrez Carlos¹, Michaud Francois², Ortega Ramirez Jose¹, Bourgois Jacques³, Calmus Thierry⁴, Sosson Marc⁵, Royer Jean-Yves⁶, Pontoise Bernard², Dymont Jerome⁶ y Sichler Bertrand⁷

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: bandy@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Universite Pierre et Marie Curie

³ IRD/CNRS

⁴ Instituto de Geología, UNAM

⁵ UMR-Geosciences Azur

⁶ CR, CNRS

⁷ DRO/GM, IFREMER

The direction of convergence between the Rivera and North American plates becomes progressively more oblique (in a counter-clockwise sense as measured relative to the trench-normal direction) northwestward along the Jalisco Subduction zone. By analogy to other subduction zones, the forces resulting from this distribution of convergence directions are expected to produce a NW moving, fore arc sliver and a NW-SE stretching of the fore arc area. Also, a series of roughly arc parallel strike slip faults may form in the fore arc area, both onshore and offshore, as is observed in the Aleutian Arc.

In the Jalisco subduction zone, the Jalisco Block has been proposed to represent such a fore arc sliver. However, this proposal has encountered one major problem. Namely, right-lateral strike slip faulting within the fore arc sliver, and between the fore arc sliver and the North American plate, should be observed. However, evidence for the expected right-lateral strike slip faulting is sparse. Some evidence for right-lateral strike-slip faulting along the Jalisco Block-North American plate boundary (the Tepic-Zacoalco rift system) has been reported, although some disagreement exists. Right-lateral strike-slip faulting has also been reported within the interior of the Jalisco Block and in the southern Colima rift, which forms the SE boundary of the Jalisco block.

Multi-channel seismic reflection data was collected in the offshore area of the Jalisco Subduction zone off Manzanillo in April 2002 during the FAMEX campaign of the N/O L'Atalante. This three-fold data (25 meter CDP spacing) was acquired employing a hydrophone streamer with 6 hydrophone groups (48 hydrophones per group) spaced 50 meters apart. The sound source used was a tuned airgun array, consisting of two 300 in3 guns. In our talk, we present the newly acquired multichannel seismic reflection profile in the offshore area near Manzanillo. These data provide conclusive evidence for recent strike-slip motion within the fore arc region of the Jalisco Subduction zone. This faulting offsets right-laterally a prominent horst block within the southern Colima rift, from which we conclude that the sense of motion along the faulting is dextral.

GETT-32 CARTEL

**ESTRATIGRAFÍA, EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y SISMICIDAD
DE LA ZONA DE HUIMILPAN, QUERÉTARO**

Dávalos Alvarez Oscar, G.¹, Gómez González Juan Martín²,
Nieto Samaniego Angel F.² y Alaniz Álvarez Susana A.²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Correo Electrónico: odavalos@geociencias.unam.mx

² Centro de Geociencias, UNAM

La Mesa Central se caracteriza por experimentar una tasa de deformación lenta, por lo que buena parte de esta zona ha sido considerada como asísmica. Sin embargo, han ocurrido algunos sismos históricos de magnitud considerable, que no han sido documentados instrumentalmente. Monitoreos recientes muestran cierto nivel de microsismicidad, de la cual no se ha identificado su segmento sismogénico.

Mostramos algunos resultados de las investigaciones que hemos realizado al sur del Estado de Querétaro, concretamente en el área de Huimilpan, con la intención de entender el proceso de evolución regional integramos la mayor cantidad de información posible. Por ello, hemos cartografiado geológica y estructuralmente la región y también durante los últimos 5 años. Hemos realizado monitoreos sísmicos en la zona. El punto de partida de este proyecto fue el temblor de Sanfandila de 1998; desde entonces hemos efectuado varias campañas de monitoreo que han registrado microsismicidad continua. Por lo tanto, la zona podría pertenecer a una región tectónicamente activa, desechándose la apreciación que se tenía de esta.

La cartografía geológica muestra rocas volcánicas terciarias, sobre las cuales se pudieron identificar diversas fallas normales; esas estructuras se asocian a tres sistemas de fallas regionales, que son los sistemas Taxco San Miguel de Allende (NNW-SSE), Chapala-Tula (ENE-WSW) y Fallas y Fosas Tectónicas NW-SE (NW-SE).

Con base en la relación de corte entre las fallas y la estratigrafía se recreó la evolución tectónica de la zona, la cual tiene su desarrollo principal durante el Neógeno-Cuaternario. Al evento de deformación más reciente le estimamos actividad en el Plioceno tardío (por la relación con la litología) a más reciente (por la sismicidad registrada en el área).

Varios de los datos indican que la zona de Huimilpan es tectónicamente activa, en ella se documentó que la estructura más joven es la falla Lagunillas-Huimilpan segmento sur, la cual afecta rocas de 3.4 Ma. La microsismicidad documentada muestra un área que engloba fallas potencialmente sismogénicas, entre las que destaca ese segmento de la falla Lagunillas-Huimilpan.

Hasta el momento es difícil determinar con precisión la fuente sísmica que genera la actividad, los monitoreos constantes podrán aumentar la probabilidad de definir mejor los segmentos de falla sismogénicos que deforman la zona de Huimilpan.

Sesión

Geología y Geofísica Ambiental

Martes 4

SALA "D"

GGA-1

**PARTICULARIDADES MINERALÓGICAS Y GEOQUÍMICAS
DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN EN LOS MONUMENTOS
HISTÓRICOS: PRIMER ACERCAMIENTO AL CASO
MEXICANO**

Ostroumov Fink Mikhail, Garduño Monroy Victor Hugo, Carreon Nieto Hector y Lozano Santacruz Rufino
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Correo Electrónico: ostroum@zeus.umich.mx

En este trabajo se presentan los primeros datos sobre las particularidades mineralógico-geoquímicas del proceso de degradación en los monumentos históricos del Ex Convento de San Francisco, Morelia (Michoacán, México). Este convento fue el primer conjunto arquitectónico del barroquismo en Morelia (la construcción se terminó en 1610) en construirse enteramente de rocas volcánicas piroclásticas ("Cantera"). El estudio realizado determinó que la composición mineralógica, las particularidades geoquímicas y los procesos de alteración de las 20 muestras analizadas son semejantes en el monumento histórico estudiado. Se aclaró que como resultado de la degradación, se formaron algunas nuevas fases minerales entre los cuales predominan sulfatos (yeso), cloruros (halita), fosfatos de calcio amorfos y, en menor proporción, carbonatos (calcita). Esta composición mineralógica muestra que los principales elementos indicadores de alteración en los edificios históricos estudiados son azufre, cloro y fósforo. Al mismo tiempo, hay que señalar el diferente grado de desvitrificación de las ignimbritas, lo que es un factor importante en su degradación: menor intensidad y/o ausencia de desvitrificación es característica para las ignimbritas que presentan buena consolidación y mejores propiedades de resistencia mecánica a los procesos de intemperismo.

Los resultados obtenidos aportan nuevos datos a la mineralogía de las formaciones minerales recientes que son características para los procesos de degradación de los monumentos históricos mexicanos ubicados al suroeste de México. Estos datos, a su vez, podrán servir en el futuro estudio sistemático de los conjuntos arquitectónicos no sólo en la ciudad de Morelia sino también en otras ciudades de la República Mexicana que son consideradas en el mundo como patrimonio de la humanidad.

GGA-2

**ANÁLISIS GEOQUÍMICA DE SUELOS EN LA ISLA
COZUMEL, QUINTANA ROO**

Wurl Jobst¹, Frausto Martínez Oscar², Giese Steffen³ y Chale Geyser²
¹ UABCS

Correo Electrónico: JWURL@uabcs.mx

² Universidad de Quintana Roo

³ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Alemania

La isla Cozumel está constituida por arrecifes de edad Oligoceno hasta Cuaternario y tiene una superficie de 453 km² con una altura promedio de solo 5 m sobre el nivel del mar. El clima de la isla es subtropical con un máximo de la precipitación en verano. En las rocas calizas se ha formado un acuífero cártstico.

Los suelos del tipo rendzina son predominantes en la isla. Son suelos de poca profundidad, con buena estructura, drenaje y aireación, erosionable fácilmente por el viento y lluvia excesiva. Las zonas próximas a las playas están formadas por arenas calcáreas de origen marino, que forman regozoles y arenosoles.

Se tomaron 7 muestras de rendzinas y 2 de arenas calcáreas de la playa, que se compararon con el promedio del contenido en la roca madre (caliza de arrecifes). Los análisis incluyeron parámetros para la descripción de suelos, cuantificación por elementos principales y de trazas con los métodos ICP y de fluorescencia de rayos X.

El contenido de sílice en el suelo con respecto al contenido de sílice en la roca madre permite calcular el enriquecimiento. El factor de enriquecimiento indica la reducción del volumen de la roca madre a causa de la formación del suelo. La mayoría de los parámetros analizados (Li, Be, Fe, Mn, Al, Ti, Zn, Pb, Cr, Ni, V, Cd, Hg, Y) reflejan una función lineal que indica que su aumento de la concentración está directamente afectado por la formación de los suelos.

GGA-3

**CONCEPTOS SOBRE LA MOVILIDAD DEL URANIO EN EL
NOPAL 1, PEÑA BLANCA, CHIHUAHUA, MÉXICO**

Madrigal Rubio Rafael, Reyes Cortés Ignacio Alfonso, Chávez Aguirre Rafael, Royo Ochoa Miguel, Chávez Rodríguez Adolfo y González Cantú Javier
Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: rmadrigal@uach.mx

El trabajo incluye la información generada por los estudios realizados sobre los depósitos de uranio y las anomalías radiométricas, en lo que respecta a trabajos de exploración geológico-minera y obras mineras en el periodo de 1968 al 1983, en el área de la Sierra de Peña Blanca (El Cuervo). Y en el periodo de 1993 al 1999, en la que se realizaron investigaciones y determinaciones especiales en el depósito de uranio El Nopal 1, como un depósito con una evolución geológico-geoquímica análoga al depósito de desechos radioactivos en las Montañas de Yucca, en el estado de Nevada, Estados Unidos.

Se recopiló y analizó toda esa información técnica-científica para integrarla de manera tal que sirva como una fuente de datos recopilados para estudios posteriores más específicos acerca de la migración de los diferentes radioisótopos del uranio en otros depósitos y anomalías radioactivas de la Sierra de Peña Blanca y sus alrededores; como el que esta representado en el subsuelo hacia el Valle de Aldama (Proyecto los Pozos, Laguna del Cuervo).

También se presenta la recopilación de varios estudios especiales publicados por diferentes organismos como el de la SWRI (CNWRA), LANL, CNCE y CEA. Y en el caso de la contaminación por radioisótopos de un lago de Francia, que pudiera ser un caso análogo a los depósitos de cuerpos radioactivos en el subsuelo. Como es el caso de la Sierra de Gómez-El Torreño y más hacia el oeste El bloque estructural de las sierras La Calera-Majalca-El Nido, donde también se localizaron sitios con radioactividad anómala y con mineral de uranio en la superficie, específicamente en el área de San Marcos.

También se discute un texto especializado en geología y exploración del uranio, específicamente de la geoquímica, la generación de grupos químicos y especies minerales de uranio secundario determinadas en la década de los 70-80's.

Se recopilaron planos, mapas, secciones geológico-mineras, así como la información generada por los diferentes estudios de geoquímica e isotopía del uranio, que tienen importancia primordial en el estudio actual y futuro sobre la migración de los isótopos radioactivos.

GGA-4

LA RECONSTRUCCIÓN DE LA DEPOSICIÓN HISTÓRICA DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN LA REGIÓN DE LAS LAGUNAS DE ZEMPOALA, EDO. DE MÉXICO

van Afferden Manfred y Hansen Anne M.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Correo Electrónico: afferden@tlaloc.imta.mx

El objetivo principal de este proyecto es la reconstrucción de la historia de deposición de plaguicidas organoclorados en la región de las Lagunas de Zempoala, Edo. de México.

Para la preselección de las estaciones de muestreo, se realizó una batimetría en 11 puntos. En los dos sitios más profundos de la laguna se tomaron seis núcleos (tres de cada sitio), los cuales fueron almacenados a -25°C en el laboratorio. Se cortaron verticalmente a dos núcleos de cada sitio para observar posibles estratificaciones, disturbios e indicadores locales y de esta manera seleccionar el sitio más adecuado para realizar los análisis químicos y isotópicos.

Se identificó una capa de material de coloración café a aproximadamente 15 cm de profundidad en todas los perfiles de sedimento. Análisis microscópicos de este material indicaron por ausencia de micro-fósiles, que esta capa fue depositada en un evento singular y podría servir como indicador local para futuros fechados.

El núcleo #6 fue seccionado y los segmentos analizados por métodos isotópicos de Cesio-137 y Plomo-210 para su datación. Submuestras de las mismas secciones fueron analizadas por plaguicidas organoclorados.

Suponiendo una sedimentación uniforme sobre los últimas décadas, el fechado de este núcleo resultó en una tasa de sedimentación de $0.124\text{ g/cm}^2 \times \text{año}$, correspondiente a una edad máxima en el fondo del núcleo (44cm) de aproximadamente 60 años.

En el caso de b-Lindano, se encontró la máxima concentración de 36.4 mg/kg en los 1970's, posterior la concentración decrece en los 1980's en forma asintótica hacia la actualidad con un valor de 7.4 mg/kg . La presencia de esta sustancia en los sedimentos podría explicarse por los tratamientos de madera, que ha sido talada en esta zona.

Se encontró la primera presencia de DDT en una profundidad entre 28 y 32 cm del perfil de sedimentos, correspondiente a la época de los 1960's, con una concentración de 5.3 mg/kg . La máxima concentración de DDT total fue encontrada en la sección entre 20 y 24 cm de profundidad, que representa los finales de los 1970's y principios de los 1980's, con una concentración de 13.0 mg/kg . Posterior a este máximo, la concentración decrece hacia la actual concentración de 1.6 mg/kg . Esto sugiere que si las concentraciones encontradas en la Laguna de Zempoala representan la deposición en una región más grande (centro de México), se tiene una relativamente baja exposición.

Se discute la importancia de la biodegradación de las plaguicidas en la interpretación de los resultados.

GGA-5

METODOLOGÍA PRÁCTICA PARA LA MODELACIÓN PETROFÍSICA DE SUELOS

Shevnin X. Vladimir¹, Delgado Rodríguez Omar¹, Mousatov X.

Aleksandr¹ y Ryjov X. Albert²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: vshevnin@imp.mx

² MSGP Academia, Moscú, Rusia

En la interpretación de datos de resistividad, el uso de información adicional es muy útil. El conocimiento de la resistividad del agua subterránea y de los parámetros petrofísicos del suelo puede ayudar en el proceso de interpretación geológica de los datos de resistividad.

En este trabajo se presenta un diseño práctico de resistivímetros para mediciones de resistividad en muestras de agua y de suelo. Ambos resistivímetros son utilizados en el proceso de modelación petrofísica del medio estudiado.

Para la modelación Petrofísica se expone una metodología que incluye la preparación de la muestra de suelo, soluciones con concentraciones determinadas de NaCl, mediciones de resistividad eléctrica del suelo, proceso de modelación y obtención de parámetros petrofísicos del suelo. Los parámetros obtenidos son: contenido de arcilla, porosidad y capacidad de intercambio catiónico.

Para la calibración de los resistivímetros y de la metodología de medición se utilizaron muestras calibradas de arcilla, arena y mezclas de ambas en diferentes proporciones.

Se presentan ejemplos prácticos de mediciones de muestras de suelo con diferentes características y su aplicación en la separación de zonas contaminadas y no contaminadas por productos petroleros.

GGA-6

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DE UN SITIO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS COMO RESULTADO DE ACCIDENTE EN LÍNEA DE DUCTO

Shevnin X. Vladimir¹, Delgado Rodríguez Omar¹, Ochoa Valdés Jesús¹ y Ryjov X. Albert²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: vshevnin@imp.mx

² MSGP Academia, Moscú, Rusia

En los últimos años se ha prestado particular interés al estudio del impacto ambiental dado por la industria petrolera con el fin de establecer métodos y metodologías para la localización de la contaminación y control de los procesos de remediación del subsuelo.

La contaminación por hidrocarburos se manifiesta como una zona de baja resistividad eléctrica después de 1 a 4 meses de haber ocurrido el derrame en dependencia de las características geológicas y edafológicas del medio afectado.

En este trabajo se presenta los resultados de la aplicación del método SEV para el estudio de la contaminación del subsuelo por productos petroleros ocurrido como resultado de un accidente en una línea de ducto ubicada en el estado de Tabasco, México.

La caracterización geoelectrica fue realizada utilizando un adecuado diseño y realización de la campaña de SEV, así como un óptimo procesamiento de los datos adquiridos en campo. Mediante una modelación sintética se evaluó la influencia de un ducto metálico y su trinchera en los datos de SEV. Se configuró la pluma contaminante estimándose un bajo nivel de concentración de hidrocarburos, por debajo de la norma establecida para suelos de cultivos.

Se demuestran la alta efectividad de este método al ser aplicado en la etapa inicial de una investigación, permitiendo optimizar los estudios geoquímicos mediante la determinación del número, ubicación y profundidad de las perforaciones para la toma de muestras, evitando (o disminuyendo) de esta manera la contribución de los pozos a la migración de los contaminantes hacia el acuífero.

GGA-7

APLICABILIDAD DE MÉTODOS POTENCIALES A UN VERTEDERO DE DESECHOS URBANOS EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

Alatorre Zamora Miguel Angel¹ y Campos Enríquez José Oscar²

¹ Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: alatorre@quantum.ucting.udg.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Durante mucho tiempo las grandes áreas urbanas han destinado sus desechos en sitios inadecuados que se han convertido en un problema grave de contaminación. En particular, Guadalajara, depositaba aproximadamente 1600 tons/día de desperdicios caseros en un sitio emplazado en rocas volcánicas relativamente jóvenes. Este sitio, denominado vertedero de Matatlán, se localiza en el Municipio de Tonalá, al oriente de la Ciudad de Guadalajara, en el borde occidental del Cañón del Río Grande de Santiago y en la confluencia de la Sierra Madre Occidental con el Eje Neovolcánico; además, tres grandes sistemas tectónicos confluyen en el área: el graben Chapala, el graben Tepic y el graben Zacoalco-Colima. En este estudio se analiza la aplicabilidad de la gravimetría y la magnetometría a la investigación del carácter tectónico-estructural del basamento andesítico sobre el que yace el vertedero. Para tal fin se llevó a cabo un proceso de análisis de anomalías de campos potenciales incluyendo procesados convencionales (continuaciones analíticas, derivadas verticales, gradientes horizontales, reducción al polo) y procesados no tradicionales (Deconvolución de Euler, amplitud de la señal analítica, masa anómala) en conjunto con interpretación directa y por inversión, y la aplicación de una técnica conocida como micromagnetometría, que compara azimuts de tendencias de anomalías con azimuts de fracturas de rocas. Los resultados fueron apoyados por mediciones paleomagnéticas, y por levantamientos e interpretaciones mediante inversión de datos de tomografía resistiva, potencial natural y VLF. La información resultante muestra con éxito el carácter altamente fracturado del basamento del vertedero, señalando la presencia de fallas y fracturas mayores que son debidas a la influencia tectónica de los grábens de Zacoalco-Colima y Chapala, y por donde parecen migrar los lixiviados en sentido vertical y horizontal hacia fuera del vertedero. Esto proporciona una metodología útil para investigar otros sitios que se localicen en medios geológicos similares.

GGA-8

EMPLEO DE LOS METODOS GEOFÍSICOS EN LA PROSPECCION ARQUEOLOGICA URBANA: LA BASILICA DE NUESTRA SEÑORA DE LA SALUD, PATZCUARO, MEXICO

Argote Denisse¹, Ponce Rocio¹, Cámara M. Encarnación² y Chávez René E.¹

¹ Depto. de Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: dplopez@avante.net

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid

El objetivo de este estudio fue localizar la presencia de los restos de la construcción de una antigua nave anexa al edificio principal de la actual iglesia de Nuestra Señora de la Salud construida a mediados del siglo XVI, localizada en la ciudad de Patzcuaro, Michoacán.

Se realizaron levantamientos de Gradiente de Campo Magnético Vertical y de Radar de Penetración Terrestre (GPR). Estos incluyeron 20 perfiles equidistantes de GPR en el interior del atrio de la iglesia. También se levantaron 16 perfiles de gradiente magnético vertical, con estaciones de observación establecidas cada 0.4 m y separación entre ellas de 0.8 m.

Las imágenes de GPR definieron un reflector, cuya profundidad fluctuó entre 1.4 m y 2.2 m de profundidad, con una dirección NE-SW, con un ángulo aproximado de 45°, con relación al norte geográfico.

Los resultados de gradiente magnético vertical confirmaron la presencia de las estructuras definidas por el GPR, pero además se pudieron advertir mediante un análisis de filtrado la presencia de un patrón de anomalías que forman un patrón rectangular. Estas estructuras podrían relacionarse con vestigios prehispánicos, más antiguos que los posibles restos de la nave anexa a la catedral.

GGA-9

OBSERVACIONES PRELIMINARES DE DATOS GRAVIMETRICOS Y AEROMAGNETICOS EN EL VALLE DE LA PAZ, B.C.S.

Cruz Falcón Arturo, Salinas González Felipe y Nava Sánchez Enrique

CICIMAR, IPN

Correo Electrónico: afalcon@cibnor.mx

Con la información aeromagnética de 8 Cartas 1:50,000 del Consejo de Recursos Minerales y el levantamiento de perfiles gravimétricos en el valle de La Paz, se observan algunas características estructurales tales como la configuración de la cuenca sedimentaria y la profundidad al basamento.

En ambos casos (Anomalía de Bouguer y Magnética) el tratamiento de los datos para la separación regional-residual se consideró el efecto regional como un plano horizontal. Se utilizó la fórmula para la estimación de la gravedad en un punto sobre una capa horizontal de extensión infinita (Carmichael and Henry, 1977) y un contraste de densidad de 0.6 gr/cm³ de acuerdo a las características generales del basamento y el relleno sedimentario.

Apoyados con la geología de superficie, geología estructural y otros estudios de la zona, se obtuvo una versión inicial de la estructura del basamento.

GGA-10 CARTEL

GEOLOGÍA DE LA SIERRA DE SANTA CATARINA, D.F.

Magaña García María del Pilar y García Palomo Armando

Instituto de Geología, UNAM

Correo Electrónico: skinnyta@hotmail.com

La Sierra de Santa Catarina se localiza al sur de la Cuenca de México entre las coordenadas 99°04'00" y 98°57'30" de longitud Oeste y 19°21'00" a 19°17'00" de latitud Norte, que cubre una superficie de 77 km². Es un complejo volcánico constituido por ocho volcanes monogenéticos. Estos volcanes tuvieron actividad eruptiva de tipo estromboliana-vulcaniana con fases alternadas de tipo efusiva y explosiva durante el Pleistoceno Tardío. La fase efusiva de cada uno de los volcanes consistió de varios derrames de lava de tipo pahoehoe, aa y en bloques, con composición andesítico-basáltica. La fase explosiva esta caracterizada por los depósitos piroclásticos de caída y oleadas que consisten de escorias, cenizas y bombas.

En el presente trabajo en el mapa geológico escala 1:25 000 se describen 12 unidades estratigráficas y una sección geológica que se integraron al sistema de información geográfica (Ilwis 3.0 y Arc-view). Esta información sirvió para determinar la historia eruptiva de los procesos que han tenido lugar en la Sierra de Santa Catarina.

La información obtenida de este trabajo se integrará al proyecto que se lleva a cabo dentro del Servicio Geológico Metropolitano, que tiene como objetivo primordial elaborar la cartografía geológica a detalle de la Cuenca de México.

También servirá para dar a conocer las condiciones del terreno y se tomen las precauciones necesarias de urbanización en esta zona, ya que es importante mencionar que la Sierra de Santa Catarina en los últimos años ha presentado un crecimiento urbano desmedido debido a la mala o inexistente planeación, sin considerar las condiciones naturales del terreno. Como consecuencia de este crecimiento la mancha urbana ocupa zonas de barrancas, áreas de pendiente abrupta, zonas vulnerables a hundimientos de terreno, deslizamientos y desprendimientos de roca y/o tierra.

GGA-11 CARTEL

COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE METALES PROCEDENTES DE JALES CERCANOS A RÍOS EN TAXCO, GRO., MÉXICO

Ceniceros N.¹, Armienta M.A.¹, Talavera O.², Villaseñor G.³,
Espinosa E.⁴, Pérez Martínez I.⁵, Cruz O.¹ y Aguayo A.¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: nora@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, UAG

³ Instituto de Geología, UNAM

⁴ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁵ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Las actividades mineras en México han generado importantes beneficios económicos desde la época prehispánica. Por otro lado, los diferentes residuos después de la extracción de los metales constituyen fuentes potenciales de contaminación en muchas zonas del país.

Taxco, Gro. , localizado a 150 km al suroeste de la Ciudad de México, es históricamente una de las principales zonas mineras del país. En este trabajo se estudia el comportamiento en el medio ambiente de metales procedentes de jales localizados en un afluente del río Taxco. El río Taxco provee de agua a varias comunidades que se ubican en sus cercanías.

Se tomaron muestras de agua del río, de los jales aledaños y de sedimentos para determinar la concentración y el comportamiento de los metales pesados asociados a la actividad minera. En las muestras de agua colectadas se determinaron varios parámetros en campo: pH, Eh, alcalinidad, conductancia y temperatura. En el laboratorio se determinaron iones principales y los metales en muestras acidificadas filtradas y muestras acidificadas sin filtrar. En los jales y en los sedimentos se realizaron análisis mineralógicos y químicos. Mediante difracción de rayos X, en los jales se identificaron: cuarzo, jarosita, pirita, calcopirita, silica, oxihidróxidos de hierro, arcilla y yeso.

Todas las muestras de jales presentaron un pH ácido (2.50–4.16) y concentraciones altas de Pb (hasta 2750 mg/kg), Zn (hasta 690 mg/kg) y As (hasta 3530 mg/kg). Las características mineralógicas y químicas de los jales sugieren la oxidación de minerales sulfurosos. Las concentraciones más altas de metales se presentaron en las muestras de agua acidificadas sin filtrar: Fe (hasta 21.2 mg/l), Zn (hasta 13.4 mg/l), Pb (hasta 0.115 mg/l) y As (hasta 0.0350 mg/l), no cumpliendo así con las normas mexicanas para el agua potable. El Zn, el Fe y el Pb alcanzaron concentraciones mucho más altas en la estación de secas que en la época de lluvias.

En los sedimentos se encontraron concentraciones hasta de 5280 mg/kg para Pb y hasta de 33500 mg/kg para el Zn. El Pb y el Zn se acumularon en los sedimentos ubicados aguas abajo en la época de secas. Se encontró una distribución más uniforme en la época de lluvias. Los datos obtenidos muestran que los metales son liberados de los jales como resultado de la oxidación de los sulfuros y de la erosión provocada por el agua de lluvia, estos son transportados por el río principalmente en forma de partículas que se depositan, lo que aumenta su concentración en los sedimentos.

Sesión

Geología y Geofísica Petrolera

Lunes 3

SALA "B"

GGP-1

ATENUACION SISMICA Y SUS APLICACIONES A LA DETECCION DE HIDROCARBUROS

Ramírez Cruz Luis y Del Valle García Raúl
Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: luisrc@geofisica.unam.mx

La atenuación inelástica de las ondas sísmicas, es el proceso por el cual la energía de las ondas que viajan en las rocas se convierte en calor. Depende de varias características como la composición de la matriz, la saturación de fluidos, la porosidad, la densidad de fracturas y otros. La atenuación de ondas sísmicas generalmente se representa como el factor de calidad Q ó el coeficiente de atenuación (α). En este trabajo se presenta el uso potencial de la atenuación sísmica como un detector directo de hidrocarburos. Se llevo a cabo la aplicación de varios métodos para estimar atenuación, que van desde la obtención de atributos relacionados con el contenido de energía a través de mediciones espectrales instantáneas, así como la obtención del factor de atenuación, a través de la transformada de Wigner. Este último fue aplicado primeramente a datos sintéticos generados de un modelo gas-arena y después a datos reales de un yacimiento. Las técnicas ayudaron a determinar zonas anómalas de atenuación que están asociadas a rocas saturadas de aceite pesado, lo cual fue corroborado a través de la calibración con datos de pozo.

GGP-2

ATRIBUTOS SÍSMICOS Y AVO; DOS HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS PARA DEFINIR YACIMIENTOS DE GAS

Sánchez Layna Javier
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: javierlayna@hotmail.com

Se presentan los resultados de la aplicación las técnicas de Amplitud contra Distancia fuente -receptor (AVO) y atributos sísmicos a la exploración de gas, así como el potencial y alcances que se puede tener con esta técnica. Se muestra la manera que este estudio influye sobre la interpretación petrofísica y se dan consideraciones para una secuencia básica de proceso para las dos técnicas.

Como área de estudio se considero una línea sísmica de la cuenca de Burgos, la cual fue acondicionada para mejorar la relación señal -ruido y efectuar con mayor confiabilidad el análisis. Los resultados de los atributos fueron utilizados para definir las zonas de interés (posibles zonas con saturación de gas), observándose la presencia de anomalías de amplitud que posteriormente fueron analizadas con AVO. La respuesta de AVO, corresponde a la huella sísmica del gas, por lo que se sugiere la existencia de un sistema gas-arena. La combinación de ambas técnicas muestra el potencial que se tiene al integrar los resultados y verificar con técnicas diferentes la posible presencia de gas.

GGP-3

AZIMUTHAL VARIATION OF AVO GRADIENT: ON THE ORIENTATION OF THE SO-CALLED AVO ELLIPSE IN FRACTURED RESERVOIRS

Chichinina Tatiana, Ronquillo Jarillo Gerardo y Sabinin Vladimir
Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: tchichin@imp.mx

The main oil and gas reservoirs in Mexico are presented by the fractured carbonate rocks. The simplest effective model of the fractured medium with a single set of aligned vertical cracks is transversely isotropic medium with a horizontal symmetry axis (HTI medium), which exhibits azimuthal anisotropy. The analysis of the amplitude variations with azimuth (AVAz) of reflected PP-waves is considered to be a powerful tool for estimation fracture orientation and the type of fracture infill, for example, for the solution the problem of the discrimination gas from water in fractures. For the resolving this problem, the anisotropic part of AVO gradient is used, in particular, its sign (plus or minus) is investigated, i.e. its positive value is associated with water-saturated cracks ("wet" cracks) and negative one means gas-filled cracks ("dry" cracks) (MacBeth, 2000; Bakulin et al., 2000). However, for the extraction the value of the anisotropic part of AVO gradient, symmetry axis orientation is to be known, because the anisotropic part can be obtained as the difference between the value of AVO gradient in the symmetry axis plane and that in the isotropy plane.

AVO gradient azimuthal dependence in HTI medium can be described as an ellipse as well as azimuthal variation of NMO interval velocity. But, while the NMO ellipse is always oriented uniformly (in the sense that its major axis is always directed at the fracture strike direction), the AVO ellipse can be oriented at the fracture strike as well as at the normal direction to the fracture strike.

In this paper we investigate AVO ellipse of PP-waves reflected from the interface between isotropic medium and HTI medium. For the adequate AVO analysis it is necessary to know on which factors depends the orientation of AVO ellipse. Numerical modeling of P-wave reflections was carried out and it showed that the major AVO-ellipse axis can be directed not only at the fracture strike direction as it is often assumed (e.g. Malik et al, 1998), but also at the normal direction depending on the contrast of the elastic properties at the interface, on the to ratio in the host rock and on the crack density of HTI medium.

GGP-4

CARACTERIZACIÓN ESTÁTICA DE UN MEDIO POROSO APLICANDO LA TRANSFORMADA ONDULAR

Lozada Zumaeta M. Manuel¹, Arizabalo Salas R. Darío.¹,
Ronquillo Jarillo Gerardo¹, Hernán Flores J.¹, Campos Enriquez
José Oscar² y Rivera Recillas David E.¹

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: MLozada@imp.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Pese a que la función ondular fue descubierta por Haar aproximadamente cien años atrás, recién a comienzos de los años 80, se da una versión inicial de la transformada ondular continua adaptada al análisis de datos sísmicos. Daubechies, Mallat, entre otros investigadores, aportaron desarrollos significativos en la teoría de la

transformada ondicular a fines de los años 80 y principios de los 90. Su trabajo ha proporcionado fundamentos rigurosos para numerosas aplicaciones de la transformada ondicular.

Un medio poroso a escala de reservorio (aceite, gas, geotérmico, acuífero de agua subterránea) característicamente es heterogéneo, sus propiedades físicas dependerán de la longitud de la escala considerada. Incorporar la mayor cantidad de información representativa a un modelo de un medio poroso, es un reto por la disparidad de escalas presentes ya que entre la más grande y la más pequeña, se puede tener hasta 10 ordenes de magnitud. Dada la cobertura de los datos sísmicos 3-D (4-D) y una calibración apropiada con datos directos, los datos indirectos proporcionan los recursos para caracterizaciones físicas más precisas.

Un aspecto crítico en la caracterización de un medio poroso está relacionado con el acondicionamiento de los datos (denoising, smoothing). Siendo uno de los obstáculos principales el de que diferentes tipos de datos al ser analizados con métodos diferentes, proporcionan algunas veces resultados contradictorios. El adecuado tratamiento de los datos, determinación de sus tendencias y distribución estadística, pueden contribuir al desarrollo de modelos realísticos útiles para la simulación numérica.

Un aspecto importante en el análisis de datos directos e indirectos de un medio poroso, es la necesidad de separar la componente de ruido contenido en los datos. El espectro ondicular apropiadamente identifica la escala dominante en el plano de fase (escalograma) como una función única de la escala. El espectro ondicular proporciona una mejor estimación de la varianza de los datos, que el espectro de potencia, ya que los coeficientes de la transformada ondicular están determinados por las variaciones locales, en tanto que en el espectro de potencia, los datos de todo el dominio de definición de la señal afectan a los coeficientes de Fourier. Los máximos locales del espectro ondicular proporcionan las escalas de las contribuciones características más significativas.

Con la transformada ondicular no solamente podemos analizar el conjunto de datos de naturaleza fractal de manera precisa e eficiente, sino también podemos usarla en la construcción de datos fractales sintéticos, los cuales pueden contribuir al desarrollo de un modelo geológico del medio poroso. Si las heterogeneidades de un medio poroso tienen distribución fractal, deberemos utilizar la interpolación fractal para las zonas de interpozos (regiones entre pozos en las cuales no se tienen datos aprovechables para generar una estimación de sus propiedades).

En este trabajo presentaremos los resultados de la experimentación numérica y aplicación de la transformada ondicular como herramienta de alisamiento de datos e identificación de la escala relevante; análisis y reconstrucción fractal, en el marco de la caracterización estática de un medio poroso a escala de yacimiento.

GGP-5

DETECCIÓN DIRECTA DE HIDROCARBUROS USANDO NUEVOS ATRIBUTOS SÍSMICOS EN ARENAS Y CARBONATOS

Ronquillo Jarillo Gerardo, Lozada Zumaeta M Manuel y Kousoub Nikolai

Programa de Yacimientos Naturalmente Fracturados, Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: gronqui@imp.mx

Actualmente en el análisis y procesamiento de señales, se están usando otro tipo de algoritmos, por ejemplo los algoritmos de Matching Pursuit (MP), que es una clase de generalización de la transformada ondicular (WT), donde la descomposición de la señal debe ser realizada sobre elementos (átomos) desde algún grupo (diccionario) de elementos definidos únicos. Por lo tanto con base a lo anterior se propone nuevos atributos sísmicos complementarios usando el algoritmo de Matching Pursuit de - escala (la duración), - regularidad (el grado de derivación fraccionaria o integración) y - la dirección (causal o anticausal). Estos parámetros, nosotros los consideramos como los atributos adicionales de traza sísmica, así como los obtenidos con la Transformada ondicular continua (CWT) inversa que fue la pseudo impedancia acústica y reflectividad. Donde se exploró dos versiones de selección de átomos base (prototipo) para la presentación del diccionario: a) Bases ondulares básicas analíticas sobre derivadas de segundo orden (o de orden más alto) de la función de probabilidad de Gauss - no adaptable al diccionario y b) Recuperación del prototipo de la sección sísmica misma - se adapta al diccionario. Sin embargo en el presente estudio solo se consideró para el caso de la versión a).

Los atributos sísmicos propuestos de escala, regularidad y dirección. Así como los de pseudo impedancia acústica y reflectividad son una herramienta más para el análisis de datos sísmicos en la exploración, delimitación y caracterización de yacimientos petroleros.

Los resultados integrados de los atributos propuestos con AVO validan la importancia del uso del MP y la CWT inversa. Se puede finalizar, que el uso de la descomposición atómica se aplica en el incremento de la resolución vertical de la sección sísmica, estimación petrofísica y nuestro caso en la detección directa de hidrocarburos en arenas y carbonatos.

GGP-6

POSICIONAMIENTO Y NAVEGACION PARA ESTUDIOS DE ADQUISICION SISMICA 2D Y 3D MARINOS EN PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCION

Díaz López José Manuel¹ y Méndez Sánchez José Guadalupe²

¹ Exploración y Producción Región Norte, PEMEX

Correo Electrónico: jmdiazl@pep.pemex.com

² Exploración y Producción, Subdirección de la Coordinación Técnica de Exploración, PEMEX

Los requerimientos y metodologías utilizadas para la adquisición de datos sísmicos en el mar y la naturaleza dinámica del ambiente marino donde las operaciones de los estudios sísmicos de PEMEX Exploración y Producción se efectúan, hacen necesario que el trabajo de levantamiento sísmico y de posicionamiento se realice al mismo tiempo.

Anteriormente, los requisitos de navegación para la adquisición sísmica se limitaban a posicionar el barco y utilizar brújulas y datos acústicos para derivar la posición de fuentes y grupos de receptores. Se realizaban cálculos básicos de posición durante la adquisición de datos y era necesario una evaluación posterior para obtener los resultados finales.

Los requisitos de posicionamiento de hoy en día exigen mayor exactitud, robustez mejorada contra los errores de medición, un control de calidad más riguroso para grandes volúmenes de información, capacidad de procesamiento más rápida y la habilidad de maniobrar los receptores a posiciones específicas en tiempo real.

El sistema de posicionamiento integrado en tiempo real, control de calidad y cálculo que cumplen con las demandas antes requeridas, cuentan con los últimos desarrollos en algoritmos dinámicos y el poder combinado de estaciones de trabajo. El resultado es un sistema versátil, de alto rendimiento que puede ser usado en exploración 3D o 2D con un procesamiento y control de calidad de la información automatizado.

El concepto de Navegación de Actividad Total, en el cual varios subsistemas comparten un Modelo de Datos Relacionales permite un intercambio altamente eficiente de datos, los cuales son accesibles desde todos los subsistemas. Esto es especialmente relevante para permitir desarrollar programas integrales de control de calidad para cubrir todos los aspectos de la tarea de navegación.

Para obtener la dirección del barco y control de tiro con exactitud, los cálculos de navegación se deben llevar a cabo en "tiempo real", esto es sin ningún retraso significativo que pudiera afectar el posicionamiento, para efectuar esta tarea se utiliza un módulo integrado el cual ofrece posicionamiento del barco y los flotadores, control de disparos y timoneo automático.

El sistema integrado puede utilizar una amplia selección de detectores de navegación y detectores de navegación por satélite. Dichos sistemas incluyen GPS, DGPS y sistemas de seguimiento de flotadores. Además de las posiciones, se reciben datos de giroscopio, registro de velocidad, mediciones de corriente, ecosonda, compases e información de la red acústica, un módulo integrado recibe estos datos, los fecha y decodifica. La información final es entregada en cintas 3590.

GGP-7

TRANSFORMADA DE ONDÍCULA DISCRETA 'À TROUS' APLICADA A LA ESTIMACIÓN DE ATRIBUTOS SÍSMICOS MULTIESCALA.

Lozada Zumaeta M. Manuel¹, Ronquillo Jarillo Gerardo¹,
Campos Enríquez José Oscar², Rivera Recillas David E.¹ y
Arizabalo Salas R. Darío¹

¹ Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: MLozada@imp.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

La transformada ondicular determina el contenido espectral a diferentes escalas en localizaciones específicas de tiempo. Es una representación particular tiempo-frecuencia que ha tenido en los últimos años numerosas aplicaciones en física, y en el procesamiento de señales e imágenes. Las señales sísmicas comprenden usualmente pulsos no repetitivos de duración instantánea (transitorios) que las

hacen típicamente apropiadas para el análisis y síntesis ondicular. Fue Morlet et al. 1982 quien por primera vez utilizó el análisis ondicular en el análisis de datos sísmicos.

Un algoritmo relacionado con la transformada ondicular discreta que proporciona una representación particular de los datos de entrada es denominado algoritmo 'à trous' (con huecos), Holschneider et al., 1989; Shensa, 1992. Es una transformación en la que el paso sucesivo de eliminación de muestras propia de la transformada ondicular discreta no se realiza (diezmación).

El antecedente de la parte de aplicación está relacionado a Faqui et al., 1995, quien aplicó la transformada ondicular en procesos de filtrado antes y después del apilado, como también en la representación de la señal sísmica en el dominio tiempo-frecuencia en los trabajos de Cohen et al., 1993, y Lozada y Ronquillo, 1997. Inicialmente, de una sección sísmica apilada obtenida de una secuencia especial de procesamiento se obtuvieron secciones sísmicas en tiempo aplicando conceptos propios del análisis de multiresolución (MRA) en el dominio de la transformada ondicular. Las secciones sísmicas temporales apiladas selectivamente de acuerdo al ancho de banda de interés permitieron sintetizar distintas salidas con diversos y específicos anchos de banda, con relaciones de señal ruido máximo y óptimo. Para la estimación del contenido de frecuencias del ancho de banda requerido, se requirió la evaluación de las características de la información temporal original.

La implantación y experimentación numérica de la transformada (1-D, 2-D) de ondícula discreta 'à trous', como una de las transformaciones multiescala, permite sostener que corresponde a una herramienta complementaria que en forma integrada contribuye eficazmente en la caracterización de yacimientos, estimación de atributos sísmicos, y en el análisis y procesamiento de datos sísmicos de reflexión.

GGP-8

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y PROFUNDIDAD AL BASAMENTO EN LA CUENCA DE VIZCAÍNO, EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Villela y Mendoza Almendra, Romo Jones José Manuel y García
Abdeslem Juan
CICESE

Correo Electrónico: avillela@cicese.mx

La cuenca sedimentaria ubicada en la península de Vizcaíno, en Baja California Sur, México, tiene un interés tectónico así como económico, por su papel como cuenca de ante-arco en la tectónica de la región, así como por su potencial como reserva de hidrocarburos ligeros. En este trabajo determinamos la extensión y profundidad de esta cuenca, así como su relación con los demás elementos estructurales de la región. Con este objetivo investigamos la conductividad eléctrica y la densidad de masa de las rocas del subsuelo, utilizando datos geofísicos a lo largo de una sección transversal NE-SW, de 130 km de longitud, entre Bahía Asunción, en la costa del Pacífico hasta el poblado de El Arco, en la sierra de la Giganta. Para determinar la conductividad eléctrica utilizamos datos magnetotélúricos que fueron interpretados en términos de un modelo bidimensional del subsuelo. Por su parte, usamos datos de gravedad para estimar la profundidad al basamento en la región estudiada. Se sabe que la conductividad eléctrica de las rocas del subsuelo aumenta al aumentar el contenido y la conectividad de fluidos y/o minerales conductores, en tanto que la densidad de masa aumenta al aumentar

el contenido de minerales máficos y/o al disminuir la porosidad de la roca. Estas propiedades hacen posible que el basamento granítico, poco permeable y denso, pueda distinguirse de las rocas sedimentarias o meta-volcánicas, más permeables y menos densas, que rellenan la cuenca. Nuestros resultados indican que la cuenca sedimentaria puede alcanzar un espesor máximo de 9 km en la parte central de la sección estudiada, y se adelgaza rápidamente hacia el NE. Se distinguen varias anomalías conductoras (~ 1 Ohm-m), las más superficiales posiblemente causadas por la infiltración de agua marina. Algunas otras pueden asociarse a las rocas volcánicas del grupo Alisitos. El contraste con el basamento resistivo (> 1000 Ohm-m) es tal, que el fondo de la cuenca se puede seguir claramente hacia el NE. Aproximadamente a 10 km por debajo del poblado de El Arco se observa una "pluma" conductora (~ 1 Ohm-m) cuyo origen puede asociarse a la zona de sutura entre dos de los terrenos que se agregaron a la margen occidental de Norteamérica durante el Mesozoico. Finalmente, en la margen occidental del perfil se observa una anomalía medianamente conductora (~ 30 Ohm-m) que puede deberse a fluidos acarreados y acumulados en la cima de la placa oceánica fósil (Magdalena-Guadalupe) que quedó acoplada bajo la corteza peninsular después de ser capturada por la placa Pacífico, hace ~ 12 Ma. El modelo de basamento obtenido a partir de los datos de gravedad muestra la cuenca dividida transversalmente por un alto estructural. Según estos resultados, la cuenca alcanza profundidades de más de 5 o 6 km en la región estudiada.

GGP-9 CARTEL

NUMERICAL MODELING OF SEISMIC WAVE PROPAGATION IN THE NATURALLY FRACTURED RESERVOIRS

Ronquillo Jarillo Gerardo, Chichinina Tatiana y Sabinin Vladimir
Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: gronqui@imp.mx

The work is devoted to the so-called seismic imaging direct problem that is the representation of the simulated seismic signatures, which could correspond to the field seismic response in fractured reservoirs. Seismic signatures are often found to be very complicated and so the problem arises to distinguish the target wave signals from the other ones. With this goal in mind, we have created a packet of the computer codes ("The Dinamic Ray Tracing Program") which intends to image the useful seismic response from the target layer wanted. The Program could be used as a teaching program in seismic exploration as well as an assisting tool for the interpretation of real seismic wave field and for better understanding fracture characterization problem (e.g. for the analysis of amplitude variation with offset and azimuth (AVOA) and azimuthal analysis of normal-moveout velocity (NMO)).

Some calculated seismograms are presented which correspond to the longitudinal waves (PP) reflected from a fractured oil/gas reservoir. The reservoir is simulated as a model of a thin HTI layer (transversely isotropic with horizontal symmetry axis), which exhibits anisotropic properties due to the presence of the aligned vertical cracks. Theoretical seismograms were calculated for three HTI models of fractured reservoir, i.e. a) for the case of saturated cracks in an almost impermeable background, b) that of dry cracks, and c) the case of saturated cracks in a porous host rock. One can see reflected waves from the top and the bottom of the anisotropic target layer (while the overburden and the lower layer are isotropic). Due to azimuthal anisotropy induced by fracturing, seismic signatures, calculated for the cases of wave propagation in the principal directions (in the plane of fractures and in the symmetry axis plane), are rather different.

GGP-10 CARTEL

APLICACIONES DEL CÁLCULO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS MEDIANTE LA TRANSFORMADA ONDICULAR DISCRETA

Rivera Recillas David E.¹, Campos Enríquez José Oscar², Lozada Zumaeta M. Manuel³ y Ronquillo Jarillo Gerardo³

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

Correo Electrónico: drivera@imp.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto Mexicano del Petróleo

Los atributos sísmicos instantáneos, amplitud, fase y frecuencia, son importantes en la caracterización de yacimientos. La técnica convencional para la obtención de estos atributos sísmicos convencionales se basa en el cálculo de la cuadratura, o transformada de Hilbert, de cada traza sísmica mediante la transformada rápida de Fourier.

Sin embargo, la transformada de Hilbert se puede calcular a través de la transformada ondicular mediante un proceso denominado diagonalización de operadores homogéneos. Es de esperar obtener mejores resultados al emplear este método debido a las mejores propiedades del análisis en tiempo-frecuencia de la transformada ondicular.

Una ventaja de este método alterno es el menor número de operaciones que se realizan: la transformada ondicular emplea $O(n)$ operaciones mientras que la transformada de Fourier usa $O(N \ln N)$ operaciones. Esta ventaja se puede incrementar si el proceso se realiza de una manera un poco burda: sin considerar componentes de alta frecuencia. Otra consecuencia es el ahorro de memoria de cómputo, brindando ventajas en el análisis de volúmenes de datos sísmicos 3D.

Presentamos algunas aplicaciones de este método en datos sísmicos sintéticos y en secciones sísmicas reales. Los resultados muestran que se tiene al menos resolución similar a las técnicas convencionales.

Sesión

**Ingeniería Geológica, Riesgo Geológico y
Geotecnia**

Martes 4

SALA "D"

IGRGG-1

GENERACIÓN DE ESPECTROS DE RESPUESTA DE SITIO EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO

Zamudio Zavala Pablo Enrique¹ y Malagón Montalvo Arturo²

¹ Universidad Autónoma de Guadalajara

Correo Electrónico: matusempezz@hotmail.com

² Universidad de Guadalajara

Existe un registro de sismos históricos en el estado de Jalisco, desde el siglo XVI, que proporciona datos de eventos, que han afectado algunas ciudades importantes de la entidad. La ciudad de Guadalajara no es la excepción; hay evidencias que muestran efectos ocasionados por estos sismos particularmente en el centro histórico.

Es de suma importancia estudiar el comportamiento de una onda sísmica desde la roca basal y su propagación hasta la superficie para determinar la forma en que se comporta el suelo ante estos movimientos, así como la reacción de las estructuras civiles debido este tipo de solicitaciones.

El espectro de respuesta resulta un medio conveniente para evaluar la fuerza lateral máxima desarrollada en estructuras sujetas a un movimiento dado en la base. Se requiere y es necesario revisar el comportamiento del suelo, la cimentación y la estructura ante un sismo, y proponer una solución viable para evitar daños, lo que es peor una catástrofe. Revisar el comportamiento del subsuelo en el centro de la ciudad de Guadalajara, proporciona también una idea de la forma en que reaccionaría el suelo en el centro histórico en caso de presentarse un sismo, lo que permitiría evaluar construcciones importantes, como son el mercado libertad o la Catedral, que ha sufrido efectos ante movimientos sísmicos.

El planteamiento del proceso necesario para llegar a la determinación del movimiento del suelo en un sitio en particular (mercado libertad) involucra, entre otras cosas, el movimiento en el basamento rocoso del lugar, las propiedades dinámicas del subsuelo, efectos de cimentación y otras estructuras enterradas como son ductos y drenajes. Por lo que se realizaron estudios como Mecánica de suelos, Geotecnia y Geofísica (downhole).

El análisis de la respuesta del terreno ante solicitaciones sísmicas para el Mercado Libertad, mejor conocido como San Juan de Dios, involucró un análisis simplificado, un análisis matricial (masas concentradas) y el uso del programa SHAKE, donde se generaron espectros de respuesta, elásticos, de superficie y con 5 % de amortiguamiento; todo esto para cuatro depósitos de suelo, marcados como sondeos en el sitio de estudio.

Para la generación de los mencionados espectros de respuesta se utilizaron las propiedades índice del suelo, así como la profundidad de la roca basal, que fueron reportados en el estudio Geotécnico correspondiente. También se utilizaron las propiedades dinámicas del suelo mediante pruebas triaxiales cíclicas, pruebas de downhole, de esta manera se estableció la degradación de la rigidez y el incremento del amortiguamiento para este sitio en particular.

Como sismos de diseño se seleccionaron cuatro señales registradas en roca (Helena,USA,1935; Tobas,Iran, 1978; Victoria, México, 1980; Northridge, USA, 1994) cuyos espectro de respuesta

juntos cubrieran de manera adecuada el espectro de respuesta en roca propuesto por Ordaz, para la ciudad de Guadalajara, Jalisco, con un período de retorno de 500 años.

La máxima ordenada alcanzada por 16 espectros de respuesta de sitio, generados en el centro de la ciudad de Guadalajara, específicamente bajo el Mercado Libertad, es 0.86 g (espectros con 5 % de amortiguamiento, elástico y de superficie libre). En los espectros de respuesta promedio la ordenada máxima es 0.74 g (promedio de los espectros de respuesta del sondeo 2).

El sismo que provoca las mayores ordenadas espectrales es Helena, ya que el periodo dominante que contiene este sismo es el que más se acerca al periodo de resonancia del sondeo 2, lo cual era de esperarse debido a el espesor.

IGRGG-2

DETERMINACIÓN EMPÍRICA DE ESPECTROS DE RESPUESTA PARA SISMO DE DISEÑO EN LA CIUDAD DE PUEBLA

Posada Sánchez Ana Elena¹, González Pomposo Guillermo Jorge¹, Alcántara Nolasco Leonardo², Jiménez Barroso Janet¹ y De la Luz Santacruz Elie¹

¹ Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Correo Electrónico: cs002314@siu.buap.mx

² Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Puebla

En este trabajo se establecen criterios para el cálculo de eventos de diseño aplicables a los sitios sobre los que se ubican las estaciones acelerográficas de la ciudad de Puebla. Se presentan los espectros de respuesta para sismos de diseño de acuerdo a estudios de riesgo sísmico realizados previamente y tomando como base los espectros de Fourier de los registros obtenidos en las 10 estaciones de campo libre con que cuenta la Red de Acelerógrafos de la Ciudad de Puebla. El método toma como base el modelo omega cuadrada para el escalamiento de los ocho eventos registrados en una estación de terreno firme. Los espectros de respuesta son calculados a partir de los espectros de Fourier, empleando una duración de fase intensa obtenida de manera empírica para cada sitio de acuerdo al comportamiento presentado por la estación ante eventos anteriores y en comparación con la estación de terreno firme. El trabajo se concentra en el comportamiento de las dos componentes horizontales, cuyas funciones de transferencia se calcularon según el número de eventos registrado en ambas estaciones para cada tipo de evento. En la mayoría de las estaciones se obtiene el comportamiento que ha tenido ante eventos de subducción y de fallamiento normal. Para una estación ubicada sobre depósitos de origen hidrotermal se determinaron las funciones de transferencia correspondientes a eventos locales, de fallamiento normal y de subducción.

IGRGG-3

RIESGO GEOLOGICO EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Soares López J. Juracy y Romero Espejel Héctor
UABC

Correo Electrónico: juracy@uabc.mx

El desarrollo industrial acompañado de la expansión urbana en la parte norte de Baja California, ha ido incrementándose con la aparición de la Industria Maquiladora.

En particular, para la ciudad de Ensenada, este crecimiento ha sido de orden exponencial (alumnos del 4. semestre de Ing. Industrial, ITE I/2003), efectuándose de manera precipitada sin realizar algún tipo de estudio de riesgo previo a la construcción tanto de unidades habitacionales como de la propia industria.

La sismicidad hacia el interior de la parte norte de la península de Baja California, detectada por el Sistema RESNOM de la División de Ciencias de la Tierra de CICESE, además de estar asociada a las fallas principales, se encuentra dispersa en la zona urbana de la ciudad de Ensenada.

Este trabajo presenta los resultados preliminares de la asociación de la sismicidad en la zona urbana con posibles estructuras geológicas menores.

El producto final será la elaboración de un mapa de riesgo geológico, útil en la toma de decisiones del uso apropiado del suelo.

IGRGG-4

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL SUELO EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO

Zamudio Zavala Pablo Enrique¹ y Malagón Montalvo Arturo²

¹ Universidad Autónoma de Guadalajara

Correo Electrónico: matusempezz@hotmail.com

² Universidad de Guadalajara

El analizar como responde una masa de suelo estratificada ante una sollicitación sísmica en una sola dimensión, desde la roca basal hasta la superficie, involucra varios conceptos; entre los cuales se encuentran, formas de vibrar de un suelo estratificado, periodos de vibración del suelo, respuesta de un sistema de un grado de libertad y espectros de respuesta de sitio.

Estructuras como el mercado "Libertad", ubicado en el centro de la ciudad de Guadalajara, representan un peligro inminente, ya que fue construido sin emplear un diseño sísmico adecuado y además se han realizado ampliaciones a la estructura, sin ningún tipo de reforzamiento de la misma ó de su cimentación, ni una posible mejora en los suelos. Por lo tanto es necesario revisar el comportamiento del suelo, la cimentación y la estructura ante un sismo, y proponer una solución viable para evitar daños ó, lo que es peor, una catástrofe.

El análisis de la respuesta del terreno ante sollicitaciones sísmicas para el mercado "Libertad" mejor conocido como de "San Juan de Dios", involucró varias metodologías que son comparadas en este trabajo, en cuatro puntos específicos (sondeos) que rodean el mercado; un análisis simplificado, para calcular el periodo fundamental de vibración del suelo, un análisis matricial (masas concentradas), para determinar los periodos en los modos superiores de vibración.

Los resultados fueron obtenidos utilizando, propiedades índice del suelo, la propiedad de la roca basal, las propiedades dinámicas del suelo (pruebas triaxiales cíclicas y pruebas downhole).

En el primero y cuarto modo de vibrar del suelo, el estrato a dos metros de profundidad, presenta la mayor amplitud de movimiento, debido a que es un estrato de arena con compacidad suelta y con poco peso sobre él. El segundo modo de vibrar se comporta de manera típica, es decir los estratos superficiales se mueven dramáticamente con respecto a los demás estratos. En el tercer modo

de vibrar los estratos por debajo de los dos metros de profundidad se separan de manera marcada con respecto a todo el depósito, ya que de los tres a los cinco metros se presenta el cambio brusco de rigidez.

Los periodos naturales de vibración obtenidos en el análisis matricial y los periodos de los espectros de amplificación son muy semejantes, excepto en el sondeo 2, lo cual se esperaba debido a su profundidad. El valor del primer periodo de vibrar, obtenido mediante el método de Zeevaert es más grande que el valor determinado por los otros dos modos, puesto que es un método simplificado a partir de la ecuación del movimiento, para dar una idea de los valores de los periodos de vibrar del suelo en el sitio de estudio.

IGRGG-5

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL LA ISLA CERRALVO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Abdo Loera Farid, Orozco Quintana Dagoberto, Ramos Anleu

Dulce Abril, Pérez Venzor José Antonio y Valdivia Pimentel

Daniel

UABCS

Correo Electrónico: japerez@uabcs.mx

La Isla Cerralvo se ubica en la parte más austral del Golfo de California, ha sido poco estudiada desde el punto de vista geológico-geomorfológico. Recientemente se han emprendido una serie de estudios geológicos encaminados a conocer su evolución geológica. Estos estudios comprenden aspectos geomorfológicos aplicando técnicas geomorfométricas y geomorfográficas, describiendo el drenaje, relieve y pendiente para establecer la relación entre los procesos que originaron la isla y los que están actualmente modelándola.

El trabajo propuesto expone los resultados del análisis del relieve, drenaje y geoformas. El relieve de la isla es abrupto, alcanzando elevaciones de 700m en menos de 2km, estando las máximas elevaciones en la parte central, con una pendiente mucho más fuerte al oriente que al occidente. El relieve es de origen intrusivo en bloques, modelado actualmente por procesos exógenos erosivos. La parte norte de la isla esta compuesta por un relieve intrusivo en bloques y volcánico acumulativo. El drenaje de la isla esta dominado por una geometría dendrítica, paralela con ordenes de corrientes menores a 3. La orientación de los cauces principales es casi E-W, con los tributarios de primer orden preferentemente orientados N-S, pero con escurrimientos hacia el norte; mientras que en la vertiente oriental la longitud de los cauces principales son menores que al occidente y las ordenes de la corriente son menores. La geometría tiende a ser paralela, la densidad es menor y las longitudes van haciéndose más pequeñas al norte. En la parte occidental los cauces tienden a ser anchos, a diferencia que el margen oriental que son más cortas.

Entre las geoformas se observan abanicos deltas, los cuales están asociados con los cauces principales de los arroyos, desarrollándose más notoriamente en la vertiente occidental; mientras que en la vertiente oriental no se presentan. Las terrazas, al igual que los abanicos delta, se localizan principalmente en la vertiente occidental, haciéndose más notoria hacia la parte sur. Las terrazas presentes son del tipo tectónico con un arreglo paralelo a la línea de costa. En una parte de la porción SW de la Isla Cerralvo está caracterizado por la presencia de una zona de dunas.

Podemos considerar que los procesos en la Isla Cerralvo fueron principalmente intrusivos en bloque y tectónicos, y los que actualmente la están modelando son exógenos fluviales y marinos. Los cuales definen los rasgos geomorfológicos actuales tales como terrazas, playas acantiladas, abanicos deltas, facetas triangulares principalmente. El drenaje de la Isla por sus características se considera un drenaje heredado desde antes de la separación de la Península, tectónicamente la isla es muy dinámica, que junto con los procesos exógenos mantiene una dinámica eminentemente erosiva.

IGRGG-6

LOS FLUJOS DE DETRITO DEL LADO NORTE DEL VOLCÁN EL CACIQUE EN ZITACUARO, MICHOACÁN

Arreygue Rocha Eleazar, Garduño Monroy Víctor Hugo y
Serrano Cruz Jorge
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
Correo Electrónico: arrocha@zeus.umich.mx

El volcán El Cacique forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano y pertenece a un complejo volcánico en donde se ha desarrollado la caldera "Las Tres Chicas". Se trata de una Caldera volcánica que ha desarrollado un vulcanismo de tipo andesítico y dacítico, generalmente en forma de domos, los cuales han presentado resurgencias con la destrucción de ellos y la presencia de flujos de bloques y ceniza. La morfología de domos ha generado una topografía con grandes pendientes que son zonas potenciales a colapsos gravitativos. En particular El Cacique tiene pendientes de más de 30° en sus faldas, las cuales entran en contacto con planicies ocupadas por depósitos volcánicos retrabajados, con pendientes que van de los 20° a los 10°. El Cacique tiene una altura de 3300 msnm y es un domo poligenético. Sus lavas están constituidas de hornblendas que evidencian junto con el sílice su carácter explosivo.

Para el presente trabajo sólo se está considerando analizar el norte del volcán El Cacique, donde se puede observar tres grandes cañadas, las cuales en sus lechos y en las fotografías aéreas revelan su gran actividad de flujos de detrito sumamente erosivos.

Al igual que en otros sitios el año de 1959 fue un periodo donde se presentaron lluvias excepcionales. Estas lluvias también afectaron a la zona en estudio, ya que en toda el área se pueden ver la evidencia de los grandes bloques que fueron movidos por los diferentes flujos que se suscitaron. El último flujo de detrito se presentó el día 31 de mayo de 2000, dicho evento generó grandes pérdidas materiales y eventuales pérdidas humanas.

En este trabajo se presentan los resultados, hasta ahora realizados de estudios geotécnicos, morfológicos y el análisis de datos climáticos. Los primeros resultados arrojan que el domo el Cacique es una zona potencial de colapso gravitativo, pero que además puede presentar continuos flujos de detrito.

IGRGG-7

ANÁLISIS INTEGRAL DEL PAISAJE EN LA SIERRA DE SAN CARLOS, TAMAULIPAS, MEDIANTE SIG Y SENSORES REMOTOS

González Rodríguez Laura¹, Rubio Recio Jose Manuel², Cámara Artigas Rafael², Casas González Silvia¹ y Requena Lara Glenda N.¹

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas
Correo Electrónico: lgonzalez@uamta.uat.mx
² Universidad de Sevilla, España

El objetivo general de este trabajo fue delimitar las unidades de paisaje mas representativas siguiendo un criterio geomorfológico que contribuya al entendimiento de la interrelación de los elementos (Geografía Física) y factores (Bioclima) que modificados conforman una estructura sistémica (geoecosistema + hombre). La Sierra de San Carlos se encuentra situada en la porción Noreste del estado de Tamaulipas con una superficie de 2,448.24 Km², abarcando territorios de los municipios de: San Carlos, Burgos, San Nicolás, Cruillas y Jiménez. Su altitud sobre el nivel del mar va de 800 m representados por mesas y valles fluviales a 1800 representada por la Sierra Chiquita dispuesta de Norte a Sur, lo que explica el gradiente climático de secos cálidos a semicálidos subhúmedos. Con la sobreposición de diferentes coberturas temáticas digitales se reconocieron dos unidades de paisaje bien diferenciadas a nivel bioclimático: Formaciones Mesofilas de Montaña: Cumbres, vertiente, Valle y Rivera y los Tropofilos de los Llanos Anegado-Pilón: Pie de monte sobre superficie de mesas, vertiente y superficies del plioceno. Con la interpretación asistida por computador de las imágenes de satélite Landsat TM y MSS de los años 70's, 80's y 2000 se identificaron 6 tipos de vegetación: Bosque de pino-encino, encinar, Matorral submontano, Matorral Tamaulipeco, Matorral Crasicaule y Mezquital. Cabe destacar que las formaciones del matorral Tamaulipeco corresponden con una sucesión de degradación por pastoreo intensivo del matorral submontano dando paso a una sabanización antrópica. En los análisis multitemporales de las imágenes fue posible observar que en lo que respecta a los paisajes de montaña se encuentran mejor conservados las formaciones tropofilas en vertiente y la acción de degradación antrópica más importante en el paisaje es una ganadería extensiva de tipo caprino y vacuno siendo de alrededor de 20 cabezas de ganado/ ha.

IGRGG-8

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y GEOFÍSICOS DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Avila Olivera Jorge Alejandro¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

¹ División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UAQ
Correo Electrónico: jao_79@hotmail.com

² IIM, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Desde el año de 1985 en varias ciudades del Centro de México se comenzaron a observar una serie de agrietamientos que tienen la característica de ser paralelos a estructuras geológicas regionales de tipo normal. Es decir un tipo de subsidencia que obedecía a la dirección de las fallas geológicas preexistentes (regionales). Por su evolución y comportamiento se les han denominando: Procesos de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF).

Con la finalidad de conocer con más precisión estos PSCF, se están realizando estudios geotécnicos y geofísicos. Para llevar a cabo los estudios geotécnicos se excavaron zanjas (trincheras) que cortaron a las zonas con PSCF y que permitieron observar en las facies terrígenas las estructuras sinsedimentarias asociadas a las fallas, así como los procesos actuales de deformación ocasionados por los PSCF. Todas las trincheras realizadas mostraron evidencias claras de un fallamiento normal, así como del movimiento sinsedimentario que ocasionó cambios importantes en los espesores de las unidades litológicas de un lado de la falla con respecto al otro.

Los estudios de las muestras de suelo obtenidas en ambos lados de cada una de las fallas estudiadas permitieron observar que en todos los casos el bloque bajo, es decir el bloque que se está hundiendo, está compuesto (en la profundidad estudiada de 4 m) por un espesor importante de arcilla de alta compresibilidad (CH) con un ángulo de fricción interna del suelo (f) de 11 a 15° y un índice de compresibilidad (C_c) de bajo a medio, el cual se está consolidando debido a la reducción de la presión de poro ocasionado por el abatimiento del nivel freático, este causado por la sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos. En el bloque alto se observó, en todos los casos que el espesor importante de arcilla se reducía considerablemente llegando a no presentarse en algunos casos, lo que confirma que dichas estructuras geológicas existían desde tiempos remotos (antes de la presencia de los asentamientos urbanos) y que estas geometrías rigieron el proceso de sedimentación de las secuencias fluviolacustres; también se observó que el espesor más importante de este bloque corresponde a arenas arcillosas (SC) con un ángulo de fricción interna del suelo (f) de 13 a 22° y un índice de compresibilidad (C_c) bajo.

En lo que se refiere a los estudios geofísicos, se llevaron a cabo sondeos eléctricos verticales (SEV), en los cuales se pudo observar cambios litológicos importantes en ambos lados de las fallas asociadas a los PSCF. Los contrastes mas relevantes se observan entre las secuencias fluviolacustres y las rocas andesíticas. Sin embargo, dicho contraste no es claro en el caso de cambios litológicos entre material piroclático y secuencias terrígenas.

IGRGG-9

LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

Hernández Madrigal Víctor Manuel, Arreygue Rocha Eleazar y Garduño Monroy Víctor Hugo

IIM, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Correo Electrónico: vitorio_manuel@yahoo.it

Los procesos de remoción en masa son solo considerados en el momento que ellos generan un desastre en centros habitados, sin embargo el conocimiento y el monitoreo constante de ellos, está permitiendo realizar estudios de mitigación cada vez mas específicos, que propician una mayor reducción de desastres en vidas humanas.

En México los procesos de remoción en masa se han agudizado por los grandes cambios que ha tenido el clima, periodos importantes de precipitación han generado en las zonas ya potenciales a remocion, que se presente el fenómeno o bien que sea evidente en la morfología.

Uno de los grandes problemas que en México seguimos enfrentando en el estudio de esta y otras disciplinas, es que no existen cartas topográficas de escalas adecuadas. Las que actualmente ofrece el INEGI, no apoyan a una cartografía de detalle de los cuerpos

inestables, dificultando el trabajo de la cartografía morfológica y geológica de la zona afectada, así como la identificación de las limites de los cuerpos inestables, esto ultimo imposible de realizar en cuerpos inestables tipo debris flow, y demas procesos de una decena de metros de dimension. Para un mayor detalle de estos trabajos este grupo de investigación realiza sus levantamientos de detalle de cada uno de los casos a estudiar, generando cartas topográficas donde la sola geometría de las curvas ya diseña la geometría del deslizamiento. Realizando levantamientos continuos en el tiempo permite además del monitoreo un posible estudio del escenario, en caso de que el cuerpo presente una reactivacion o bien una aceleracion en el movimiento.

Por otro lado el estudio particular de los materiales desde el punto de vista geotécnico permite entender el comportamiento reologico de los cuerpos involucrados, por lo que los modelos de deformacion seran mas confiables y sobre todo que los escenarios de riesgo seran mas acertados.

Hasta ahora en las obras civiles, tanto en zonas urbanas como fuera de ellas, casi no se contempla un estudio geológico y morfológico previo al diseno y calculo, sin duda alguna un estudio de esta naturaleza podría evitar gastos sustanciales de mantenimiento en las vías terrestres y obras hidraulicas, y lo mas importante posibles escenarios de grandes desastres en zonas urbanas.

En el centro de México aunado a los eventos meteorológicos tenemos la actividad sísmica, que ha dejado registro de grandes deslizamientos en masa; con el apoyo de programas de computo, trabajo de campo y pruebas de laboratorio de detalle se pueden llegar a conocer las áreas que podrían ser afectadas, en caso de que los procesos de remoción en masa presenten actividad. Si se acompaña de un monitoreo permanente que reajuste tal modelizacion sin duda alguna estos modelos serán mas cercanos a un escenario real.

IGRGG-10

CHEMICAL STABILITY STUDY OF AN ARGILLACEOUS BARRIER IN A NUCLEAR WASTE STORAGE SYSTEM

Montes Hernández German, Fritz Bertrand y Clement Alain
Centre de Géochimie de la Surface, Université Louis Pasteur,
France

Correo Electrónico: montes@illite.u-strasbg.fr

Bentonites have been proposed as buffer materials for barriers in geological disposal systems for nuclear waste. In these conditions the bentonite barriers may be submitted to changes of humidity, temperature increasing, fluid interaction, etc. This could modify physico-chemical performance of the barrier, mainly on the vulnerable zones such as the contact interface with steel container and with geological barrier. The engineered barrier development necessitates the study of the physico-chemical stability of its mineral constituents as a function of time (long-term) under the conditions of the repository. The aim of this paper is then to simulate the nature and the chemistry of newly-formed phases resulting from the temperature increase (disintegration reactions of wastes), the presence of fluids coming from the geological barrier, and from the liberation of iron (degradation of the containers). The current study was based on the laboratory experiments and mineral characterization achieved by LEM and GREGU research laboratories.

The simulations to predict the chemicals transformations of argillaceous barrier (MX80 bentonite) were carried out by using a kinetic and thermodynamic geochemical model KINDISP (KINetics of

DISSolution and Precipitation). This model describes the interactions between minerals and aqueous solutions, taking into account the irreversible dissolution of the reactants and the reversible precipitation of secondary products. This software allows to estimate the local chemical evolution of minerals contained in the MX80 bentonite (engineered barrier). In fact, three systems of fluid-mineral interaction were considered (1. Iron-Fluid-Bentonite, 2. Fluid-Bentonite, 3. Bentonite-Geological Fluid). All simulations were made in reductive conditions ($\text{pH} = 0$; $E_h = -200$ mV) where the bentonite barrier was considered as a medium saturated with distilled water. Finally the reaction temperature was considered as constant at 100°C during 1000 years.

The results show that the chemical dissolution of MX80-bentonite barrier in the nuclear waste storage system depends directly on the reaction temperature, the rate of container corrosion, the composition of interaction fluid, and the nature and/or amount of accessory minerals. A complete dissolution of the montmorillonite contained in the MX80-bentonite can uniquely be a buffered chemical process since the dominant newly-formed minerals are mainly the swelling clays.

IGRGG-11

TEXTURAL STUDY OF COMPRESSED MX80 BENTONITE UNDER DRY AND MOIST CONDITIONS

Montes Hernández German, Geraud Yves y Duplay Joëlle
Centre de Géochimie de la Surface, Université Louis Pasteur,
France

Correo Electrónico: montes@illite.u-strasbg.fr

The MX80 bentonite is a commercial clay containing about 80% montmorillonite "low charge with interlayer sodium and calcium" and 20 % accessory minerals. This clay mineral was mechanically compacted by a uniaxial system at four different pressures (21, 35, 49, and 63 MPa.) in order to obtain four different physical densities of MX80 bentonite. Then each sample was studied with classic methods (BET measurements, SEM, Hg-Porosimetry and isothermal adsorption of water vapour) and with a recent technique of Electron Microscopy (ESEM: Environmental Scanning Electron Microscopy). The ESEM technique was used to observe the textural modification of the samples after one hydration/dehydration cycle.

The results show that only the macro- porosity (porous size $> 50\text{nm}$) and eventually the meso- porosity (porous size between 2-50nm) are affected by the mechanical compaction. In fact, the total porosity decreases when the mechanical compaction increases. On other hand, BET measurements and adsorption isotherms of water vapour show that microporosity remains practically intact. Finally, ESEM observations clearly show that the mechanical compaction influences the textural behavior when the bentonite MX80 is submitted to a hydration/ dehydration cycle. In general, the inter-aggregate pores are open and sometimes there is an aggregate cracking. This phenomenon is amplified when mechanical compaction increases.

IGRGG-12

FEATURES AND GEOMORPHOLOGIC PROCESSES ASSOCIATED WITH HAZARDOUS ZONES IN THE ZACATECAS AND GUADALUPE CITIES, MEXICO

Escalona Alcázar Felipe de Jesús¹, Suárez Plascencia Carlos²,
Núñez Peña Ernesto Patricio³, López García Rodrigo³ y
Márquez Rojas Álvaro³

¹ Depto. de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

Correo Electrónico: fescalona@hotmail.com

² Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH, Universidad de Guadalajara

³ Unidad Académica de Minas Metalurgia y Geología, UAZ

Geomorphologically the study area can be divided in four well defined units: 1) Semiplains with slopes between 0 to 12° that occupies valleys and the top of La Virgen Hill. 2) Hillsides varying from 12 to 30° that show a dendritic drainage pattern, sediments mobilization and talwegs that include heterogeneous block size distribution. 3) Ramps with slopes between 30 to 45° dominated by sediment mobilization processes mainly in deforested zones. And 4) Scarps with slopes up to 45° located at the top of the creeks that drain to the Arroyo de la Plata.

The Zacatecas and Guadalupe cities are mainly located in the semiplain zone. Drainage density varies from 2 km/km^2 in westernmost Zacatecas to 6.5 km/km^2 in western Guadalupe and southernmost Zacatecas. The growth of the cities has modified around 71 km of the drainage system. Although these are intermittent, they were built and are used by surface currents, mainly in the raining season. The higher values in the drainage density indicates that erosion processes work harder in the sediments mobilization.

The geomorphologic processes that act in the study area are: carcase formation, blocks fallen, slope deposits and soil reptation. The main erosive agent is water, follow by air, gravity and freeze.

The techniques used in geomorphology, detailed cartography of geology, geomorphology and data analysis will permit identify hazardous zones. Also the will be important planeation tools to provide safe to population growth areas and infrastructure.

IGRGG-13

MODIFICACIÓN DE LAS CUENCAS URBANAS, VULNERABILIDAD A DESASTRES DE ORIGEN METEOROLÓGICOS

Villa Teran Alberto Eduardo¹, Montijo Gonzalez Alejandra²,
Minjarez Sosa Ismael², Zuñiga Hernandez Juan Miguel², Grijalva
Montoya Adrian² y Willis Ortiz Yaser Pavel²

¹ Dirección Estatal de Protección Civil Sonora

Correo Electrónico: amontijo@geologia.uson.mx

² Depto. de Geología, Universidad de Sonora

Se define como Cuenca Urbana aquella cuenca hidrológica, cuya característica principal está representada por el incremento de la impermeabilización y la reducción de la infiltración.

De esta manera, más allá de los factores sociales y macrofísicos condicionantes de los desastres naturales, existen dos conjuntos de factores asociados que resultan de importancia crítica para el análisis del riesgo de inundación en las cuencas urbanas de la región.

Primero, el problema del inadecuado manejo ambiental y de la inestabilidad de los ecosistemas. Los rápidos procesos de deforestación en las cuencas altas y medias de los ríos acentúan los ritmos de descarga pluvial aumentan las tasas de erosión y los niveles de sedimentación en canales y ríos. Este fenómeno macroregional se ve aumentado en zonas urbanas por el impacto que tiene el crecimiento residencial, comercial e industrial en la reducción de las áreas de recarga natural.

La falta de un sistema adecuado de drenaje pluvial o en malas condiciones, significa una rápida descarga hacia los sistemas fluviales urbanos, lo cual tiene un impacto importante en el aumento de la capacidad de inundación de las áreas bajas de las urbes, la inestabilidad de pendientes en áreas urbanas y rurales combinado con la infiltración pluvial aumenta rápidamente el potencial para deslizamientos o avalanchas.

El potencial de inundaciones también se incrementa debido a la creciente tendencia a depositar desechos sólidos en los ríos, lo cual junto con desperdicios forestales bloquean los canales y conduce al peligro de inundaciones violentas y rápidas.

Este problema de las inundaciones se complica aun más en condiciones donde los ríos urbanos y rurales se utilizan como depositarios directos o indirectos de afluentes agrícolas o industriales (agroquímicos, aguas negras, etc.). en esta situación existe un aumento en las amenazas ecológicas y en el impacto en la salud humana.

Una segunda consideración se relaciona con los patrones existentes de ocupación territorial. Estos patrones derivan directamente del contexto social global (y de las características de los modelos de desarrollo prevalecientes) y acentúan la importancia del mal manejo ambiental, particularmente en cuanto a su impacto en las poblaciones urbanas. Así, las tasas rápidas de crecimiento poblacional en zonas urbanas y la falta de acceso a lugares estables y seguros ha impactado en términos de la creciente ocupación de áreas altamente vulnerables por parte de los pobladores urbanos más pobres.

IGRGG-14

CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SACRAMENTO-CHUVISCAR, CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Payan Gómez Sergio Arturo, González Cantú Javier, Reyes Cortés Ignacio Alfonso, Irigoyen Soto Manuel, Chávez Aguirre Rafael, Royo Ochoa Miguel y Chávez Rodríguez Adolfo
Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: spayan@uach.mx

El presente trabajo propone una alternativa para el rescate de un río, el Sacramento Chuvíscar, por medios naturales en la porción que atraviesa la ciudad de Chihuahua, Chih. Rescate en base a un estudio del lugar, tomando en cuenta, las condiciones en que se encuentra, la flora que lo rodea, las condiciones que han modificado su estado natural; como la contaminación de varios tipos, principalmente la urbana mediante descargas directas de agua residual con notables contenidos de sustancias contaminantes, apoyado por las técnicas modernas de muestreo y análisis de agua para medir e interpretar parámetros que alteran sus características originales, identificando los lugares de mayor problema, así como los sitios donde el paso natural del río presenta recuperación propia.

De Acuerdo a los resultados de laboratorio, el agua principalmente se clasifica como doméstica y no presenta mayores problemas para su tratamiento por medio de las alternativas que a continuación se exponen. Sugiriendo varias de ellas de acuerdo a las condiciones de cada lugar y con antecedentes de éxito que han tenido que ser identificadas en la zona de estudio, eso sí de una manera lo más amplia y acertada posible.

Llegándose a sugerir un marco completo para el rescate del efluente por medios naturales utilizando desde árboles, siembra de granos y forrajes hasta la utilización de una planta acuática todo ello propio de la zona de estudio así como proponer técnicas para mediante el flujo del agua evitar la salinidad del suelo y rescatar junto con el río de ser posible el suelo, además de señalar lugares críticos a lo largo del recorrido del Sacramento Chuvíscar con observaciones que pudieran tomarse en cuenta incluso para un ordenamiento ecológico urbano ó tal vez un reglamento, municipal.

IGRGG-15

MICRO-GRAVITY SURVEY FOR VOIDS AND CAVITIES ASSESSMENT IN FREEPORT, BAHAMAS

Arzate Flores Jorge A.¹, Ramírez Hernández Jorge², Cifuentes Nava Gerardo³, Yutis Vsevolod⁴, Reyes López Jaime A.³, Pacheco Jesús¹, Díaz Molina Oscar⁵, Ochoa Gil H.⁶ y Galván Iván⁴

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.

Correo Electrónico: arzatej@geociencias.unam.mx

² Instituto de Ingeniería, UABC

³ Instituto de Geofísica, UNAM

⁴ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁵ Facultad de Ingeniería, UNAM

⁶ Posgrado de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

The Bahamas islands are the upper part of a thick carbonate platform (>5,000 m) formed about 150 Ma ago. Deep drilling has demonstrated that all the rocks found are of marine origin and had actually been formed near the surface. The Grand Bahama island is located in the so called Little Bahamas Bank and is known to have important cave systems close to the surface. This characteristic impose significant risk on the development of large engineering projects.

In order to assess the presence of cavities, we carried out a microgravity survey between July 16th and August 30th that comprised more than 8,000 stations distributed in a 5x5 m grid. Measurements were carried out using three CG-3 Scintrex gravimeters which have ± 0.005 mgal resolution. A LaCoste&Romberg G-type, with ± 0.001 mgal resolution was used at a later stage to survey more closely particular areas, where the terrain it is expected to have heavier construction loads. Data acquisition was done by executing three consecutive readings of at least 60 seconds at each station. When measurements did not fulfil the conditions that the X and Y tilt $< \pm 10$ and that the r.m.s. error ≤ 0.020 mgal, they were repeated until these conditions were met. However, more than 50% of the data is well below ≤ 0.010 mgal. The combined accuracy of the elevations at individual stations and the height of the instrument above the ground is estimated to have an accuracy in order of 0.01 meters. A fix common base station was visited after 20 station loops for every gravimeter. The loops were measured sequentially by each instrument and had an overlap of at least 4 stations, giving up an overall data redundancy of 20%.

The complete Bouguer anomaly map was calculated using a mean density contrast of 1.3 gr/cm³ for cavities in typical limestone of the area filled with water. Terrain corrections were carried out to account for local topographic variations of up to three meters around the surveyed area. A regional map was then estimated by using splines. The residual map was obtained from it, which shows the potential voids distribution. The first derivative map was also calculated, that enhances lateral variations and hence it is useful to assist in the location of anomalous low zones. In this presentation we discuss the preliminary results obtained.

IGRGG-16 CARTEL

ONSHORE AND OFFSHORE HIGH RESOLUTION SEISMIC REFLECTION SURVEY AT THE LAZARO CARDENAS SEAPORT, MICHOACAN, MEXICO

Mortera Gutierrez Carlos, Bandy William, Ortega Ramirez Jose, Díaz Molina Oscar, Serrato Diaz Gloria y Pardo Castro Guillermo
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx

On February 2003, a high resolution seismic reflection survey was carried onshore and offshore the Lazaro Cardenas Seaport, Michoacan, Mexico, with the objective to image the deltaic sediment structure nearby the site of a future Natural Gas facilities. During the survey, approximately 50 km of high-resolution seismic reflection data was gathered offshore and within the harbor, in particular greater detail was needed in the harbor channels near the facility site. A sport-fishing vessel of 42', the "Duquesa" from Zihuatanejo, Guerrero, was outfitted with marine geophysical equipments to perform the survey during six days. Two types of seismic energy sources (Sparkers and Bubble Pulser) were employed to provide high resolution and deeper penetration data (record lengths of 250 ms and 500 ms, respectively). Imaging the sediment structure was difficult due to the nature of deltaic sediments, but acceptable results were obtained. The shallow subsurface in the harbor consists of unconsolidated deltaic sediments overlying an evenly bedded, southward dipping, pre-deltaic unit. The upper part of the pre-deltaic unit may not be the hard-rock basement, as it has been previously interpreted in other studies, and it probably corresponds to a strong reflector-unit between depths of 50 and 70 meters. The real hard-rock basement is most likely much deeper than 100 meters. Also the seismic sections show that several channels have cut into the basement.

IGRGG-17 CARTEL

INFLUENCIA DE LA TECTÓNICA SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA EN LA ZONA DE CHILPANINGO

Martínez Flores Emilio¹, Cerca Martínez Mariano² y Ferrari Luca²

¹ Facultad de Geografía, UAEM

Correo Electrónico: met_emf@hotmail.com

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro., México

La geomorfología de la zona de Chilpancingo registra cambios drásticos en las condiciones tectónicas y climáticas que ocurrieron principalmente durante el Terciario. En general, los rasgos estructurales han contribuido a la configuración actual del relieve y el intenso desarrollo de procesos kársticos y erosivos. Las morfoestructuras que predominan corresponden a: (1) estructuras producidas por acortamiento laramídico, elevaciones y bajos en el

sistema de pliegues y cabalgaduras; (2) estructuras producidas por el levantamiento de un bloque cortical al sur (complejo Xolapa), plegamiento y deslizamiento gravitacional y (3) estructuras producto del magmatismo en la fase post-orogénica. Durante la formación de estas estructuras la denudación inició la destrucción de vertientes, en tanto la acumulación ha rellenado las depresiones.

La erosión y desmembramiento de estructuras de acortamiento han dejado como evidencia charnelas anticlinales coronadas por crestas con presencia de relieve en gradas, montes derivados atestiguan superficies resistentes de los anticlinales. En las depresiones producidas por flexiones anticlinales se han formado poljés tectónicos en tanto las generadas por erosión diferencial han desarrollado combes.

En los sistemas plegados los anticlinales ostentan circo erosivos y ruz cataclinales, la erosión de las rocas conduce al afloramiento de troncos intrusivos subyacentes conformados por domos granodioríticos y, el fracturamiento de las rocas ayuda al desarrollo de procesos gravitacionales que generan coluviones y laderas escarpadas. Por otro lado, el fracturamiento de las capas de caliza ha propiciado drenajes controlados estructuralmente con presencia de ruz en las charnelas y ríos transversales cluse.

Asimismo la interacción de los procesos de denudación y disolución propician anticlinales disectados y desmembrados dejando como resultado combes de flanco y el desarrollo de las formas representativas del karst (valles ciegos, cañones kársticos, mogotes, dolinas), así como relieves residuales, y sinclinales que representan val ó valles ortoclinales ya sea acumulativos, sedimentados, de fondo plano ó con terrazas aluviales. La deposición continental de ambiente fluvio-lacustre (conglomerados y areniscas) que rellena estos valles inicio en el Terciario Inferior. La presencia de terrazas con estratificación horizontal de secuencias evaporíticas intercaladas con ignimbritas indican condiciones lacustres estables durante el Oligoceno. Posteriormente, la erosión ha sido intensa. El estudio de los procesos geomorfológicos de esta área contribuirá a entender la evolución de la cuenca del Alto Río Balsas como respuesta a cambios tectónicos que ocurrieron durante el Terciario.

IGRGG-18 CARTEL

ANÁLISIS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE COLIMA

Domínguez Reyes Tonatíuh y Pérez Ramírez Francisco
Universidad de Colima
Correo Electrónico: tonatíuh@cgic.ucol.mx

El sismo de subducción del 21 de enero de 2003 (Ms=7.6) ocurrido frente a las costas de Tecmán, produjo intensidades de moderadas a altas en la zona epicentral, se reportaron daños en 25 municipios de los estados de Colima, Michoacán y Jalisco sin embargo el mayor daño parece estar concentrado en una región alargada que se extiende desde la costa hacia el norte. La ciudad de Colima sufrió cuantiosos daños en diversas zonas. En el centro por ejemplo, un alto porcentaje de las casas habitación fueron afectadas. La mayoría de los daños se debieron al tipo de material usado para la construcción y predominante en la región, sobre todo, en las zonas mas antiguas: el adobe. Hubo sin embargo, concentraciones de daños en algunas zonas donde la construcción es de mampostería. Con el fin de entender la razón, en términos de propiedades físicas del terreno, por la que hubo dichas concentraciones de daños, la Universidad de

Colima realizó algunas mediciones geofísicas en la zona de San Isidro en el municipio de Villa de Alvarez. Una de estas mediciones fue la determinación del comportamiento dinámico del suelo.

Se presentan los resultados de un levantamiento de vibración ambiental en dicha zona. Las razones espectrales nos sugieren que los valores de los periodos naturales de vibración, oscilan para la mayoría de las estaciones entre 0.1 y 0.2 segundos, se observaron sin embargo puntos en los que el periodo se incrementó sustancialmente hasta 0.4 segundos. En una de ellas, un estudio de mecánica de suelos encontró que el material sobre el que estaban construidas las viviendas era susceptible de licuación como en efecto sucedió.

Sesión

Métodos y Modelación Geofísicos

Lunes 3

SALA "B"

MMG-1

ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA EN LA MARGEN CONTINENTAL DE CHILE (27°S), INFERIDA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADMITANCIA, SISMICIDAD Y MODELADO GRAVIMÉTRICO

Cañuta Cañuta Jorge Manuel¹ y García Abdeslem Juan²

¹ Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile

Correo Electrónico: jcanuta@sernageomin.cl

² División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Con el propósito de inferir la estructura de la litósfera en la margen continental de Chile, en la región comprendida entre las latitudes 26° y 28° S y las longitudes 67° y 74° W, se han modelado anomalías gravimétricas en tres transectos con longitud de 700 km que abarcan la región oceánica y la continental. Dada la no unicidad en la solución del problema inverso en gravimetría, se acotó la geometría del modelo inicial que explica las anomalías de gravedad observada, utilizando inferencias independientes: En la región continental se ha utilizado la sismicidad registrada instrumentalmente a distancias telesísmicas, para construir la geometría de la zona Wadati-Benioff. Se utilizó la teoría de admitancia para determinar la geometría de la discontinuidad de Mohorovicic, a través del análisis del cociente espectral entre la anomalía de Bouguer y la topografía. El grosor de la litósfera oceánica se calculó a partir de un modelo de difusión térmica, en donde el grosor de la litósfera es proporcional a la raíz cuadrada de su edad, la cual fue determinada de la edad de alineamientos magnéticos observados en el piso oceánico adyacentes a la margen continental de Chile.

Del análisis de admitancia se puede concluir que la porción continental de la zona estudiada se encuentra en equilibrio isostático, el cual puede ser explicado tanto por un mecanismo de compensación local, como por uno de compensación regional caracterizado por una baja rigidez flexural. La estructura de la litósfera que resulta de modelar las anomalías de gravedad, acotada con información independiente, ha permitido obtener un modelo robusto, en donde el máximo grosor cortical, del orden de 60 km, se encuentra justo por debajo de la Cordillera Principal de los Andes. El modelo obtenido sugiere que, a partir de 100 km de profundidad, el ángulo de subducción decrece paulatinamente.

MMG-2

ESTRUCTURA SUBSUPERFICIAL INFERIDA MEDIANTE DECONVOLUCION DE EULER E INTERPRETACION DE ANOMALIAS DE GRAVEDAD MEDIDAS EN LA CONFLUENCIA DE GUADALAJARA Y TONALA, OCCIDENTE DE MEXICO

Alatorre Zamora Miguel Angel¹ y Campos Enríquez José Oscar²

¹ Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: alatorre@quantum.ucting.udg.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

El Punto Triple Jalisciense es sin duda una de las estructuras de mayor controversia desde el punto de vista tectónico y geológico, y ha sido investigada ampliamente a través de los años. Existen varios estudios locales, sin embargo, no investigan la estructura subsuperficial específicamente del área donde se localiza la Ciudad de Guadalajara. En este estudio se infieren los rasgos estructurales debidos a los sistemas tectónicos que confluyen al centro de Jalisco,

al este de Guadalajara. Como objetivo particular se busca la correspondencia entre un levantamiento gravimétrico realizado a gran escala con un levantamiento gravimétrico local llevado a cabo para investigar el estado estructural del sub-basamento del vertedero principal de Guadalajara. Los datos procesados corresponden a 104 mediciones de gravedad. De la información gravimétrica derivada se obtuvo la anomalía de gravedad residual de segundo orden, sobre la que se trazaron seis transectos; la interpretación de los perfiles fue controlada considerando datos de densidades reales, datos de geología superficial y datos estratigráficos procedentes del Cañón del Río Grande de Santiago. Las técnicas interpretativas empleadas son el modelado directo (Talwani et al., 1959), y la técnica de inversión propuesta por Thannassoulas y Tsokas (1984). En adición se analizó la información gravimétrica con la técnica de la deconvolución de Euler.

El área se caracteriza por una secuencia de rocas volcánicas, principalmente ignimbritas, riolitas, andesitas y andesitas-basálticas.

Los modelos propuestos incluyen pumicita o ignimbritas de caída y aluviones o suelos, andesitas, brechas y tobas riolíticas, que descansan sobre un sub-basamento basáltico local, denominado basaltos San Cristobal.

En general se tiene una serie de bloques que caen hacia el NW. Este hecho implica la presencia de fallas con dirección NE-SW, y esto es apreciado también en los resultados obtenidos mediante la deconvolución de Euler. De esta manera se relaciona la influencia tectónica de los rifts de Chapala y Zacoalco-Colima sobre el basamento de esta zona, y esta influencia tectónica es considerada como parte de las fronteras entre ambos ambientes estructurales. El derrame andesítico de un volcán denominado Cerro de la Reyna, hacia el sur de la zona de estudio, es evidente.

MMG-3

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD A LA ISOTERMA DE CURIE EN LA REGIÓN SEPTENTRIONAL DE LA PROVINCIA EXTENSIONAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, A PARTIR DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESPECTRAL DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

Espinosa Cardeña Juan Manuel y García Abdeslem Juan

Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,

CICESE

Correo Electrónico: jespinos@cicese.mx

Las anomalías magnéticas observadas sobre la superficie terrestre tienen su origen en una región en donde la temperatura de las rocas es inferior a la temperatura de Curie de los minerales portadores de la magnetización (v.g. magnetita). Dada su alta temperatura, el manto suele ser considerado como un material no magnético, y por lo tanto, la profundidad basal de las rocas magnéticas se interpreta como la interfase corteza-manto en regiones de flujo de calor normal, o como la isoterma correspondiente a la temperatura de Curie en regiones de alto flujo de calor. Esta característica fundamental ha motivado la utilización de anomalías magnéticas con el propósito de estimar la extensión a profundidad de la corteza magnetizada, y para inferir entonces las características geotérmicas de una región.

Se han utilizado tres métodos, para determinar la profundidad a la base de la corteza magnetizada, en la región septentrional de la Provincia Extensional del Golfo de California, a partir de la inversión del espectro de potencia radial de anomalías magnéticas. Los

resultados de la inversión sugieren que la profundidad promedio a la base de la corteza magnética es del orden de 14 km, resultado que concuerda con la profundidad para la base sismogénica inferida a partir de estudios sísmicos en la región estudiada, sugiriendo un gradiente geotérmico del orden de 40° C/km si el portador de la magnetización fuera magnetita.

Esta inferencia es, sin embargo, dependiente de la profundidad estimada para la base de la corteza magnética, debido a lo cual se ha realizado un análisis de sensibilidad de la solución obtenida, y del impacto del ruido en los datos, debido a errores de medición, localización, digitalización y a problemas inherentes al cálculo del espectro. El análisis de sensibilidad muestra una pobre resolución y clara correlación de, y entre, algunos de los parámetros resueltos, además de una fuerte dependencia del modelo inicial utilizado. De los tres problemas, el segundo no hay forma de resolverlo, mientras que el último conlleva a la búsqueda de métodos de inversión indirectos que no tengan tal limitante. En cuanto al ruido, si éste es de alta frecuencia y no correlacionado, su afectación se traduce en un aplanamiento del espectro de potencia radial dificultado su interpretación. La remoción del ruido requiere de la aplicación de un tipo de filtrado a los datos, previo al cálculo e interpretación del espectro de potencia radial.

MMG-4

ALGORITMOS RÁPIDOS Y SISTEMA DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES PARA PROCESAMIENTO DE DATOS BIDIMENSIONALES EN LAS REDES NO REGULARES Y APLICACIONES

Grebennikov Alexandre¹, Gamio Carlos² y Torres Ramirez Luis Alberto¹

¹ Benemerita Universidad Autonoma de Puebla
Correo Electrónico: agrebe@fcfm.buap.mx

² Instituto Mexicano de Petróleo

Esta considerando el problema de recuperación de la función de dos variables presentada en una región de forma compleja por sus valores con errores en una red no regular. Se propone un algoritmo de recalculación de datos a una maya regular. El procesamiento incluye la interpolación y suavización local, que garantiza rapidez del algoritmo propuesto. La teoría desarrollada antes justifica, bajo algunas condiciones, la estabilidad de este algoritmo de recuperación de la función y sus derivadas. El algoritmo esta realizado como sistema de los programas computacionales en MATLAB. Se muestra la calidad del algoritmo y programas con ejemplos modelos, que aparecen en problemas típicos de geofísica, identificación de porosidad del medio subterráneo, tomografía computacional y otros.

MMG-5

INVERSIÓN EN 3-D DE DATOS DE RESISTIVIDAD Y ELECTROMAGNÉTICOS SOMEROS

Antonio Carpio Ricardo G. y Pérez Flores Marco Antonio
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE

Correo Electrónico: rantonio@cicese.mx

Desarrollamos un método automático de interpretación de datos de resistividad de corriente directa(C.D.) y electromagnéticos someros del tipo EM-34 de Geonics, para obtener la distribución de resistividades en tres dimensiones, la metodología de inversión se

basa en una ecuación integral que relaciona directamente las mediciones realizadas en la superficie del terreno (resistividad aparente), con la distribución de resistividades en el subsuelo.

Un trabajo similar se había presentado por uno de los autores pero para estructuras bidimensionales. Este trabajo es la extensión a estructuras tridimensionales en el subsuelo.

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos con modelos sintéticos en las modalidades de inversión individual con datos de resistividad de C.D., bobinas horizontales y verticales, así como inversión conjunta con bobinas horizontales y verticales y finalmente inversión conjunta con los tres tipos de fuente. Se hace una comparación entre los resultados y se muestran las ventajas de usar inversión conjunta.

Presentaremos resultados de datos reales de C.D., en una área cercana a la ciudad de México.

MMG-6

INVERSIÓN LINEAL 2-D DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS UTILIZANDO REDES NEURONALES TIPO HOPFIELD

Rodríguez Ramírez Joel E., Esparza Hernández Francisco J. y
Gómez Treviño Enrique

Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE

Correo Electrónico: joel@cicese.mx

En este trabajo presentamos una red neuronal tipo Hopfield que resuelve el problema de mínimos cuadrados. Dicha red se utiliza para minimizar la función del costo que representa el problema lineal de inversión bidimensional para datos magnetotelúricos. Se presentan resultados de datos sintéticos así como de datos de campo del desierto de Vizcaíno, en la península de Baja California y COPROD2. La red neuronal artificial tipo Hopfield se muestra como una alternativa eficiente para efectuar inversiones a alta velocidad, lo que permite la inversión de una gran cantidad de datos. Los modelos obtenidos se comparan con los resultados de algoritmos existentes para los datos sintéticos y de campo. Finalmente el algoritmo neuronal utilizado podría aprovechar la naturaleza paralela de la red, específicamente en circuitos integrados del tipo FPGA.

MMG-7

CORRELACIÓN ENTRE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA FALLA DE SAN MIGUEL, ENSENADA, B.C.

Oliver Ocaño Francisco Miguel, Romo Jones José Manuel y Frez
Cárdenas José

CICESE

Correo Electrónico: foliver@cicese.mx

La falla de San Miguel es una estructura geológica activa que se localiza a 100 km al sureste de la ciudad de Ensenada en el valle de Ojos Negros, en Baja California. Su historia sísmica, su actividad presente, su velocidad de desplazamiento, su capacidad de generar sismos de gran magnitud y su mediana cercanía a la zona urbana, la convierten en un factor de riesgo sísmico para la ciudad de Ensenada. Se trata de una falla con movimiento lateral derecho y componente vertical, que en 1956 rompió a lo largo de más de 20 km generando varios sismos subsecuentes de magnitudes 6.8, 6.2, 6.1 y 6.0. Los

principales objetivos de este trabajo son: determinar la distribución de la conductividad eléctrica en la zona de falla y en sus alrededores y averiguar si existe una correlación entre ésta y la zona. Sabemos que la conductividad eléctrica del subsuelo está controlada por la presencia de fluidos interconectados y/o de minerales arcillosos y que ambos elementos comúnmente se asocian a zonas de debilidad por donde más fácilmente se pueden liberar esfuerzos. Para este estudio se tienen 12 sondeos magnetoteléuticos (MT) en una línea con longitud aproximada de 30 km, perpendicular al trazo de la falla en superficie. Con estos datos determinamos la conductividad eléctrica en una sección transversal a lo largo del perfil y en un intervalo de profundidad entre 1 y 40 km. Además, con el fin de obtener información más somera y detallada sobre el trazo de la falla, se realizó un perfil 4.5 km de longitud usando resistividad con corriente continua, con arreglo dipolo-dipolo. Ambos conjuntos de datos fueron interpretados utilizando inversión en dos dimensiones.

Los resultados del MT muestran una zona conductora (~ 3 Ohm-m) entre los 5 y 20 km de profundidad que puede asociarse a la zona de falla. Por su parte, la inversión de los datos de dipolo-dipolo, muestran un contraste entre la resistividad del material (~20 Ohm-m), que cubre al bloque caído, y la de la roca granítica (>1000 Ohm-m) que constituye al bloque levantado. Una selección de sismos recientes muestra que la mayor parte de los hipocentros se aglomeran en una banda de ~10 km de ancho a lo largo del trazo superficial de la falla y a profundidades entre los 5 y 20 km. Encontramos que la mayor parte de la sismicidad se encuentra concentrada en zonas de conductividad media a alta (resistividad < 100 Ohm-m).

MMG-8

EL SEV WENNER CON CORRIENTE CONTINUA, SU GRAN VERSATILIDAD

Randall Roberts John Alexander
ICA, Agronomía, Universidad de Guanajuato
Correo Electrónico: randall@redes.int.com.mx

El sondeo eléctrico vertical (SEV) sigue siendo aún después de casi 90 años un excelente método para estudios estratigráficos en muchas especialidades de la geología, y especialmente en la búsqueda de agua subterránea siempre y cuando se aplique correctamente y se realice con sumo cuidado, y amplios conocimientos del entorno estructural y estratigráfico. Una de sus grandes ventajas es la interpretación instantánea en el campo a través del reconocimiento de cualquier problema que surge durante su realización acerca de la resistencia de contacto, caídas de corriente y lecturas aberrantes, colocando puntos intermedios y regresando a repetir puntos dudosos. El uso de corriente continua implica la aplicación de electrodos de tensión o de potencial de tipo no polarizables. Estos deben de instalarse en hoyos que se encuentren protegidos del sol y del viento para poder medir un potencial espontáneo estable y con una amplitud razonable existen multímetros de su muy alta impedancia (más de mil mega ohmios) que como receptores permiten repetir y balancear la ΔV . La configuración Wenner con su mayor separación de electrodos de potencial comparado con configuraciones Schlumberger o dipolo-dipolo, genera un (delta) V mayor con la misma inducción de corriente. El resultante cálculo de la $\Delta V/I$, permite un número mayor que en los otros casos. El resultado aquí es semejante a los acostumbrados en la topografía cuando uno intenta eliminar vértices muy agudos, igual que en un poligonal topográfico, el resultado es más confiable. Aún con el mejor receptor la ΔV , siempre debe de exceder un mV. El SEV Wenner se adapta fácilmente a estudios muy

detallados en perfiles de suelos (AB/3 en variaciones de centímetros), estudios de cimentación (AB/3 en decímetros), y lo normal de progresión logarítmica, aunque recomendando mucho más detalle que las progresiones con la configuración Schlumberger: con pilas y un buen receptor se ha podido extender tendidos (AB) de más de tres kilómetros siempre manteniendo la ΔV , mayor de un mV, con buen detalle así con un AB/3 de mil metros.

MMG-9

POSIBLE UTILIZACION DEL RADIOMETRO PARA EL ESTUDIO DE LA SUPERFICIE Y SUBSUELO DEL SATELITE EUROPA

Velasco Herrera Víctor Manuel¹, Cordero Tercero María Guadalupe¹, Velasco Herrera Graciela² y Cruz Ríos Carlos³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: vmv@tonatuih.igeofcu.unam.mx

² Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

³ Facultad de Ingeniería, UNAM

El 7 de Diciembre de 1995, la misión Galileo inició el estudio del sistema joviano. De entre todas las cosas que se han obtenido de ella está la evidencia de la presencia de un océano de agua debajo de la corteza de hielo de Europa. La existencia de agua líquida es uno de los factores necesarios para la vida lo que ha dado pie a la propuesta de que en Europa existen o al menos pudieron haber existido organismos vivos. Algunos de los escenarios que se han propuesto para explicar cómo es que organismos vivos pueden existir en ambientes tan extremos involucran suposiciones sobre el ancho de la corteza de hielo. La explicación de otras estructuras geológicas sobre el satélite también implica una estimación del ancho de la corteza. En este sentido, en este trabajo se analiza el modelo electrodinámico de la superficie y subsuelo del satélite Europa con el fin de obtener una buena estimación del ancho de la corteza. Así mismo, se dan recomendaciones óptimas para la medición de sus parámetros electrofísicos. Estos datos se obtienen de los elementos inversos de la matriz de Fisher. Las recomendaciones pueden ser utilizadas para la planificación de experimentos aeroespaciales.

MMG-10 CARTEL

ANÁLISIS COMBINADO DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS Y MAGNÉTICAS USANDO COORDENADAS CURVILÍNEAS

Martín Atienza Beatriz
CICESE

Correo Electrónico: atienza@cicese.mx

En este trabajo se presentan las expresiones matemáticas necesarias para realizar el modelado conjunto de anomalías gravimétricas y magnéticas de fuentes con geometría sencilla en coordenadas curvilíneas, cuyas fronteras vienen descritas por funciones continuas. Dichos cuerpos vienen caracterizados con una densidad y una magnetización, constantes.

El efecto magnético de las fuentes estudiadas se calcula de manera directa a partir de las ecuaciones obtenidas para el caso gravimétrico, utilizando la relación de Poisson. Para la obtención de dichas ecuaciones se utilizan conjuntamente el método de integración analítico y el método de integración numérico de Gauss-Legendre.

También se presenta el problema de inversión no lineal de datos gravimétricos y magnéticos para calcular la densidad y la magnetización que caracterizan los cuerpos anómalos, así como su estructura geométrica, utilizando el método iterativo de Marquardt-Levenberg. Para estudiar la bondad de las soluciones obtenidas se realiza un análisis de sensibilidad.

El uso de las coordenadas curvilíneas en los métodos potenciales permite modelar estructuras geométricas en las que no se observan fronteras laterales verticales ni horizontales planas, y es una manera idónea de modelar estructuras geológicas tales como diques, plutones, sills, montes submarinos o volcanes.

MMG-11 CARTEL

UNA ESTRATEGIA PARA LA INTERPRETACIÓN 3-D DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

López Guzmán Minerva y García Abdeslem Juan
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Correo Electrónico: lopezg@cicese.mx

Uno de los objetivos de un proyecto de exploración magnética consiste en inferir la geometría y magnetización de la estructura geológica que causa la anomalía magnética observada. En el proceso de interpretación usualmente se supone que la estructura geológica está magnetizada de manera uniforme, y en ocasiones que es bidimensional; en tanto que la primera suposición suele ser difícil de evitar, la segunda suposición es aplicable únicamente en perfiles cuidadosamente seleccionados, limitando entonces su utilidad general. La experiencia muestra que se puede lograr una mejor interpretación considerando estructuras tridimensionales en donde, de ser posible, se incluyan elementos adicionales que permitan acotar el número de soluciones compatibles con los datos.

Presentaremos resultados de la interpretación de una anomalía magnética, siguiendo una estrategia que involucra tres fases. La primera es una fase cualitativa caracterizada por la búsqueda de objetivos con posibilidades económicas o de otro tipo, de acuerdo al entorno geológico y el propósito de la exploración. La segunda es una fase cuantitativa en donde se utilizan derivadas direccionales y el método de la señal analítica para inferir en forma rápida y con un mínimo de suposiciones, la profundidad al objetivo geológico y sus dimensiones horizontales. La tercera es una fase cuantitativa en donde las inferencias previas son validadas y la interpretación es refinada mediante modelado inverso.

MMG-12 CARTEL

SINCRONIZACION DEL MUESTREO EN ESTACIONES PORTATILES PARA EL REGISTRO DIGITAL DE SEÑALES USANDO GPS

Brassea Ochoa Jesús
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Correo Electrónico: jbrassea@cicese.mx

En el registro digital de señales asociados a datos geofísicos, la precisión del instante de muestreo, la sincronización del muestreo en estaciones de registro independientes y la información del tiempo absoluto contribuyen a mejorar la calidad de los datos y sus interpretaciones finales.

Basado en un oscilador de alta estabilidad de 12.8 MHz, un receptor GPS y circuitería electrónica, se desarrolló una tarjeta con ducto PC-104. En ella se generan las señales de muestreo, se selecciona su frecuencia que opcionalmente se puede sincronizar a la señal de referencia de 10 KHz y 1PPS del GPS. Las frecuencias posibles son: 1, 2, 5, 6.25, 10, 12.5, 20, 25, 50, 100, 200, 500 Hz y 1, 2, 10, 20 KHz

Esta tarjeta se planea integrar en el sistema de registro del campo Geoelectromagnético de Período Largo (Sistema MTPL-III) que hemos estado desarrollando. Con ella se obtendrá la información del tiempo absoluto (UTC) y se obtendrá la información de la ubicación de la estación de registro (Latitud, Longitud y Elevación). Esto complementará los datos Electromagnéticos.

La tarjeta desarrollada puede integrarse a una computadora IBM-PC compatible usando una tarjeta de conversión de ducto PC104 a ducto ISA para otras aplicaciones.

Sesión

Oceanología

Marte 4 — Jueves 6 —Viernes 7

SALA "A"

OCE-1

SANTA ANA WINDS AND UPWELLING FILAMENTS OFF THE NORTHERN BAJA CALIFORNIA COAST

Trasviña Castro Armando, Ortiz Figueroa Modesto, Herrera Cervantes Hugo, Cosío Lopez Migue Angel y Gonzalez Rodriguez Eduardo
CICESE
Correo Electrónico: trasvi@cicese.mx

An atmospheric condition known as a 'Santa Ana' wind occurred from February 9 to 11, 2002. Its effect was felt over a large portion of Southern California and the northern half of the Baja California Peninsula. These are dry, strong northwesterly through easterly mountain downslope winds, most common in winter. Satellite data from Quikscat show two large wind jets crossing the mountains of the Peninsula and extending 300 km offshore. Data from a coastal station reveal that the event lasted over 52 hours with average speeds of 11 m s⁻¹ and gusts of 25 m s⁻¹. The southernmost jet crosses the mountains at the San Matias mountain pass and generates a cold filament off Point Colonet. Satellite imagery shows this feature lasting at least two inertial periods ($T_i = 21$ h) and extending 100 km offshore during the observation period. Estimates of the stationary Ekman pumping produced vertical speeds of 20 m d⁻¹, consistent in time and location with the observed structures. The ocean off Point Colonet is well known for the existence of upwelling episodes. They occur mostly in the spring or early summer when persistent winds blow equatorward and parallel to the coast. The events described here present a different phenomenon: upwelling filaments induced by short-lived, offshore winter winds.

OCE-2

CORRIENTES COSTERAS Y EVENTO SANTA ANA EN LA COSTA DE ROSARITO A SAN DIEGO

Figueroa González Julio César¹, Ocampo Torres Francisco J.¹, Durazo Arvizu Reginaldo² y Terrill Eric³
¹ Depto. de Oceanografía Física, CICESE
Correo Electrónico: jcfiguer@cicese.mx
² Facultad de Ciencias Marinas, UABC
³ Scripps Institution of Oceanography, UCSD

El océano por naturaleza es un medio turbulento, en el cual la superficie interactúa con la atmósfera lo que establece una frontera dinámica entre estos dos medios. Las teorías clásicas de circulación general del océano han mostrado que el principal forzante del movimiento en la superficie es el viento, con esta idea en mente el presente trabajo estudio el efecto del viento en la circulación superficial en la región costera, y en particular el efecto de un evento Santa Ana en las corrientes superficiales de la región frente a Rosarito, B. C. y San Diego, California. El evento se manifestó del 28 de marzo al 01 de abril del 2003. A través de un proyecto de colaboración entre la institución Scripps de oceanografía, la UABC y el CICESE se utilizan cuatro radares de alta frecuencia, con las cuales se obtienen mapas horarios de las corrientes superficiales en los primeros 30 km adyacentes a la costa. La información obtenida con el sistema de alta frecuencia representa la corriente integrada verticalmente en el primer metro bajo la superficie del mar; además con el uso de un perfilador acústico (ADCP) se estima el corte de velocidad en el flujo. El evento Santa Ana se caracterizó por una caída de la humedad relativa hasta el 10%, vientos del este con rapidez de

10 m/s, con ráfagas de aproximadamente 20 m/s. Se encontró que el flujo costero en los primeros 20 km cambia de dirección, antes y después del evento presentó dirección ESE y durante el evento presentó dirección WSW. Se observa alta coherencia entre las corrientes obtenidas con ADCP y los radares de alta frecuencia.

OCE-3

INFLUENCIA DE LAS BRISAS EN LAS CORRIENTES SUPERFICIALES A LO LARGO DE LA ZONA COSTERA OCEÁNICA FRONTERIZA MÉXICO - E.U.A EN EL PACÍFICO

Sierra Carrascal Eduardo¹, Durazo Arvizu Reginaldo¹, Ocampo Torres Francisco J.² y Terrill Eric³
¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Correo Electrónico: mastropiero12@hotmail.com
² CICESE
³ Scripps Institution of Oceanography

Se usaron mediciones de corrientes superficiales y vientos en la zona costera oceánica entre Rosarito, BC. y Punta Loma, CA realizadas durante enero y febrero del 2003, para evaluar la influencia que presentan las brisas sobre las corrientes superficiales. Para la medición de corrientes se utilizó un sistema de radar de alta frecuencia y un perfilador acústico mientras que el viento fue medido en dos sitios sobre la costa. La comparación de los datos de corrientes por ambos instrumentos mostró una correlación de 0.89 en la componente paralela a la costa. El análisis de vientos marcó una dirección predominante hacia el sur-este durante las horas de la brisa diurna, de las 11:00 a las 17:00 horas, con una rapidez promedio de 3 m/s. Durante las horas de la brisa nocturna, de las 22:00 a las 06:00 horas, la dirección predominante fue al sur-oeste con un rapidez media de 1.3 m/s. Los datos de corrientes superficiales se filtraron con el fin de obtener únicamente las corrientes influenciadas por las brisas. Las corrientes superficiales mostraron una alta correlación con las brisas (0.86). Se encontró que en promedio, un 10 % de la rapidez de las corrientes superficiales son influenciadas por las brisas.

OCE-4

LAS CORRIENTES EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE BAJA CALIFORNIA NORTE

Barton Reid Eric Desmond¹, García Córdova Joaquín², Robles Pacheco José María² y Amador Buenrostro Alberto²
¹ University of Wales, Bangor, UK
Correo Electrónico: e.d.barton@bangor.ac.uk
² CICESE

Se investigan las relaciones entre las corrientes en la plataforma continental, el viento sobre el océano, el nivel de mar en la costa de Baja California Norte y en Isla Guadalupe, y las condiciones hidrográficas. Dos años de mediciones demuestran que no hay señal estacional, ni en la intensidad ni en el sentido de la corriente costera. La variabilidad del flujo se debe principalmente a las fluctuaciones de período alrededor de 10-15 días, las cuales no tienen relación con el viento local. Se analiza la importancia de las surgencias costeras en relación a la corriente y la propagación de la señal a lo largo de la costa.

OCE-5

VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA PROFUNDIDAD DE LA CAPA DE MEZCLA EN LA PARTE SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA, 1997-2002

Jeronimo Moreno Gilberto y Gomez Valdes Jose
CICESE

Correo Electrónico: gjeronim@cicese.mx

En 1997 inició el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL), que lleva a cabo desde entonces cruceros oceanográficos trimestrales frente a la península de Baja California, con el propósito de investigar la variabilidad espacio temporal del acoplamiento biofísico en la columna de agua. En este trabajo, se hace uso de los datos de CTD (Conductivity, Temperature, Depth) de 20 cruceros llevados a cabo entre 1997 y 2002, para investigar las diferencias entre la capa de temperatura constante (capa isotérmica) y la capa de densidad constante (capa de mezcla). Para calcular las profundidades de estas capas, se hace uso de criterios basados en la estructura vertical de la temperatura y de la estructura vertical de densidad. Se encontró que la profundidad de la capa de densidad constante fue mayor que la profundidad de la capa de temperatura constante. En los cruceros de julio estas capas fueron prácticamente de la misma profundidad. En los cruceros de enero se tuvo la mayor diferencia (10 a 20 m). La diferencia en profundidad de estas capas estuvo asociada a la formación de una haloclina debajo de la capa isotérmica. Con respecto a la variabilidad estacional de la capa de mezcla, se obtuvo, del promedio de cada crucero, que la profundidad es máxima en enero (~ 50 m), disminuye en abril (~ 40 m), es mínima en julio (~ 15 m), y se incrementa en octubre (~ 25 m). En el crucero realizado en enero de 1998, la profundidad de la capa de mezcla fue anormalmente alta, ~ 90 m, probablemente un efecto de El Niño 1997-1998.

OCE-6

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE FLUJOS DE CALOR Y SAL EN LA REGION SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Ramirez Manguiar Ana Maria, Durazo Arvizu Reginaldo y
Castro Valdez Rubén

Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Correo Electrónico: al226662@uabc.mx

Se obtuvo la climatología de temperatura y salinidad de la base de datos del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL), de octubre 1997 a abril 2003. Con esta climatología, se calculó el flujo neto de calor para cada una de las estaciones del año en una caja de aproximadamente 4×10^6 km² y 500 m de profundidad. Los resultados muestran una variabilidad estacional, con pérdida de calor en los meses de enero y julio y ganancia en abril y octubre. Los valores del flujo neto de sal indican una pérdida de sal en todas las estaciones del año, máxima en abril. Igualmente, para cada uno de los 20 cruceros realizados entre enero de 1998 y abril de 2003, se calcularon los flujos netos de calor y sal. Los valores obtenidos se encuentran entre -10.7×10^{12} Watts y 12.8×10^{12} Watts, el signo negativo (positivo) indica flujo hacia fuera (dentro) de la caja. Los promedios aritméticos de flujo neto de calor indican que durante abril hay pérdida de calor de la caja, mientras que en enero, julio y octubre hay ganancia. Los flujos netos de sal indican pérdida, con valores entre -6.5×10^8 kg/s y 0.04×10^8 kg/s. Al igual que en la climatología, los promedios aritméticos mostraron que durante el mes de abril ocurre la mayor pérdida de sal en la caja, en

comparación con las otras estaciones del año. Para la misma caja, el análisis de FEOs realizados a los datos de temperatura y salinidad, mostraron para la temperatura (salinidad) que el primer, segundo y tercer modo representan el 45% (42%), 19% (11%) y 7% (8%) de la varianza total, respectivamente. El primer modo está asociado a la variabilidad estacional en la capa superficial de 50 m, el segundo modo a eventos El Niño-La Niña y el núcleo de la Corriente de California entre 50 y 100 m, y el tercer modo a la variabilidad asociada a la estructura de mesoescala y la Contracorriente Subsuperficial.

OCE-7

VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA TERMODINÁMICA DE LA CAPA SUPERIOR EN LA PARTE SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA, 1997-2002

Jeronimo Moreno Gilberto y Gomez Valdes Jose
CICESE

Correo Electrónico: gjeronim@cicese.mx

En 1997 inició el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL), que lleva a cabo desde entonces cruceros oceanográficos trimestrales frente a la península de Baja California, con el propósito de investigar la variabilidad espacio temporal del acoplamiento biofísico en la columna de agua. En este trabajo, se hace uso de los datos de CTD (Conductivity, Temperature, Depth) de 20 cruceros llevados a cabo entre 1997 y 2002, para investigar las variaciones estacionales de la temperatura, la salinidad y la densidad de la capa de mezcla. En cada estación oceanográfica se calculó el promedio vertical de las variables termodinámicas generando distribuciones de la forma $S(i,j,t)$ donde (i,j) es la posición de la estación y t es el tiempo de realización del crucero. De Ensenada a Punta Eugenia la temperatura fue mas baja en las estaciones costeras que en las estaciones oceánicas, en cambio la estructura de la salinidad fue básicamente zonal. La distribución de la densidad fue similar a la estructura de la temperatura con los valores mas altos en las estaciones costeras. La oscilación estacional de la temperatura promedio fue de ~20 °C (octubre) a ~15 °C (abril) lo que indica que en abril tanto la corriente de California como el fenómeno de surgencias se intensifican en la región de estudio. La estacionalidad de la salinidad no fue tan marcada como la de la temperatura, los valores más altos se presentaron en octubre y enero (~33.85), y los mínimos se presentaron en abril (~33.55); lo que indica que las contracorrientes se intensifican en octubre y enero. En el crucero de octubre de 1997 la distribución de las propiedades termodinámicas de la capa de mezcla fue diferente. Se discute la interanualidad en términos de modos ortogonales de oscilación.

OCE-8

ONDAS INTERNAS EN LA BAHIA DE BANDERAS, MEXICO

Filonov Erofeevich Anatoliy¹ y Plata Rosas Luis Javier²

¹ Depto. de Fisica, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: afilonov@ccip.udg.mx

² Depto. de Ciencias, CUC, Universidad de Guadalajara

La Bahía de Banderas presenta condiciones favorables (pendiente del fondo marino y estratificación de la columna de agua) para la generación de ondas internas en su plataforma continental. Con base en la teoría de las ondas internas, se estiman los parámetros principales de la marea interna de tipo semidiurno, generada por la marea barotrópica y se muestran las zonas de generación de ondas

internas en el área de estudio, determinadas a partir de los datos del campo de temperatura y salinidad medidos en abril de 2000 mediante un termógrafo anclado y un CTD remolcado por una embarcación durante un transecto paralelo a la línea de costa en ambas direcciones. Se calculan también las velocidades geostróficas en el área de estudio, una vez que es filtrado el efecto de las ondas internas en los perfiles verticales de temperatura.

OCE-9

VARIACIONES DE TEMPERATURA Y SALINIDAD ENTRE MAYO Y NOVIEMBRE DE 2001 EN LA CAPA SUPERIOR DEL OCÉANO FRENTE A MICHOACÁN

Gómez Valdés José, Lavin M.F., Beier Emilio, Godínez Sandoval Víctor y García Córdoba Joaquín
CICESE
Correo Electrónico: jgomez@cicese.mx

En 2000 inició el Programa Oceanográfico del Occidente de México (PROCOMEX), que lleva a cabo desde entonces cruceros oceanográficos frente a Michoacán, Jalisco, Colima y Nayarit, con el propósito de investigar la variabilidad espacio temporal de las distribuciones de temperatura, salinidad y corrientes geostróficas. En este trabajo, se hace uso de los datos de CTD (Conductivity, Temperature, Depth) de 2 cruceros llevados a cabo en 2001, uno en mayo y el otro en noviembre, frente a Michoacán, para investigar las diferencias entre la capa de temperatura constante (capa isotérmica) y la capa de densidad constante (capa de mezcla). Para ello se hizo uso de los métodos de Kara et. al, JGR, 2002. También se estudian las distribuciones de las variables termodinámicas en la capa de 0 a 300 m de profundidad, que comprende a las aguas de la capa de mezcla, las aguas de la pycnoclina y las subyacentes a la pycnoclina.

OCE-10

OBSERVACIONES DE CORRIENTES FRENTE A LAS COSTAS DEL SUROESTE DE MÉXICO

Lavín M.F., Gómez Valdés José, Godínez Sandoval Víctor, García Córdoba Joaquín y Beier Emilio
CICESE
Correo Electrónico: mlavin@cicese.mx

Se presentan observaciones de corrientes hechas en una serie de cruceros oceanográficos realizados frente a las costas del Océano Pacífico al suroeste de México, entre los 16°N y 20°N, y hasta 100 mn mar afuera. Se realizaron seis cruceros: tres en noviembre (de 2000, 2001 y 2002), dos en mayo (de 2001 y 2002) y uno en junio (de 2003). Las corrientes medidas con ADCP frecuentemente muestran una corriente costera de unos 50 km de ancho, dirigida hacia el noroeste con velocidades de hasta 0.5 m/s. Pero como esta corriente no parece tener continuidad a lo largo de la costa, es posible que se deba a ondas internas atrapadas o a giros de mesoescala. Los datos de altimetría por satélite también sugieren la presencia de giros de mesoescala en la zona. Las corrientes geostróficas también muestran gran variabilidad espacial, y evidencia de la presencia de ondas atrapadas y de giros. En verano, la corriente geostrófica promedio es hacia el noroeste, en concordancia con datos históricos y modelos numéricos.

OCE-11

LA CORRIENTE COSTERA MEXICANA

Beier Emilio, Lavín M.F., Gómez Valdés José, Godínez Sandoval Víctor y García Córdoba Joaquín
CICESE
Correo Electrónico: ebeier@cicese.mx

Se estudia la conexión oceánica entre las costas del Pacífico Tropical al suroeste de México y la región de la entrada al Golfo de California utilizando observaciones y resultados de un modelo numérico global. La climatología de 20 años de simulación numérica muestra una corriente superficial costera con flujo hacia el polo, desde el Golfo de Tehuantepec hasta la entrada al Golfo de California. La componente estacionaria (o promedio) de esta corriente, la cual denominaremos Corriente Costera Mexicana, (CCM) está asociada a la circulación ciclónica producida por un domo que abarca toda la región adyacente a la boca del Golfo de California y que se extiende hasta los 15°N. Más al sur, la Corriente Costera de Costa Rica está desacoplada de la CCM, ya que queda restringida a la circulación superficial asociada al Domo de Costa Rica. La CCM presenta fuertes variaciones en las escalas anual y semianual, las cuales parecen estar asociadas principalmente a la propagación de ondas internas costeras. Consecuentemente, el transporte superficial de volumen y el flujo horizontal del calor exhiben fuertes oscilaciones en esas escalas; el transporte máximo de volumen es de casi 2 Sv, y ocurre en Junio/Julio. Utilizando datos de altimetría de Topex y de nivel del mar observado por mareógrafos se muestra que las variaciones de la distribución del nivel del mar lo largo de la costa en la escala estacional respaldan los resultados obtenidos con el modelo.

OCE-12

RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL Y EL VIENTO EN EL PACÍFICO MEXICANO

Flores Morales Ana Laura, Parés Sierra Alejandro y Marinone Moschetto Silvio Guido
CICESE
Correo Electrónico: alflores@cicese.mx

Utilizando métodos estadísticos se estudio variabilidad de la temperatura superficial y la magnitud del viento en el Pacífico Mexicano, y la relación entre estas variables. Se encontraron máximos en la correlación de estas dos variables en la zona del Golfo de Tehuantepec y en la costa occidental del la península de Baja California sugiriendo fenómenos de surgencia como los principales modos de co-variación.

OCE-13

ESTUDIO COMPARATIVO NORTE-SUR DE LA TSM EN EL BORDE ORIENTAL DEL PACIFICO

Soto Mardones Luis¹⁻² y Pares Sierra Alejandro¹
¹ CICESE
Correo Electrónico: apares@cicese.mx
² Universidad del Bio-Bío, Cocepcion-Chile

Se compara la dinámica oceánica en las escalas estacionales e interanuales de la zona norte y sur del borde oriental del Pacífico (de 40-22 S y de 22-40 N). Se estudió la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) y su dinámica analizando datos de AVHRR,

esfuerzo del viento y datos hidrográficos. Se encontró que la variabilidad de los campos de TSM a lo largo del borde oriental esta regida por el esfuerzo del viento y fuertemente modificada por la geometría del borde oriental. Se usan datos hidrográficos, ADCP y altimetría para analizar las estructuras de mesoescala en ambas regiones. Se examina la variabilidad de espacio-tiempo de los giros y su propagación hacia el oeste. Se analizan las diferencias y similitudes que intervienen en la circulación superficial, específicamente se analiza el sistema de corrientes de California versus la Corriente de Humboldt. La caracterización de ambos sistemas se discute en términos de los mecanismos que modulan, i.e., la energía solar, fricción de los vientos sobre la superficie, interferencia de la geometría del borde oriental y la rotación terrestre. Se encontró que, en bajas frecuencias, la variabilidad de los eventos de mesoescala está principalmente asociada a propagación de ondas de Rossby desde el borde oriental hacia el oeste y modulación por los eventos cálidos y fríos.

OCE-14

COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR MENSUAL, EN 3 SITIOS DEL PACÍFICO MEXICANO DURANTE "EL NIÑO" DE 2002-2003

Gómez Ramírez Mario¹ y Álvarez Román Karina Eileen²

¹ Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Sección de Demografía

Correo Electrónico: maaar@todito.com

² Posgrado de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

En este trabajo se presenta una comparación de la distribución mensual de la anomalía de temperatura del agua marina (ATSM) que tuvieron 3 sitios del Pacífico mexicano, los cuales corresponden a la isla Socorro y en la línea de costa Manzanillo, Col., así como Mazatlán, Sin., durante el desenlace del primer evento de "El Niño" en el siglo XXI.

Durante marzo del año 2002 en Mazatlán comenzó a observarse un incremento significativo de anomalía positiva hasta el mes de agosto y después descendió bruscamente. En Manzanillo, a partir de febrero y hasta mayo la ATSM se incrementó; durante el verano y el otoño el calentamiento del agua marina disminuyó. En cambio, la isla Socorro, tuvo cambios menos marcados en la variación de la ATSM.

El episodio cálido alcanzó la mayor intensidad entre noviembre y diciembre de 2002, en las regiones 3.4 y 4 sobre el Pacífico ecuatorial y durante la mayor parte del escenario, mantuvieron una anomalía positiva marcada. El fenómeno no tuvo la característica de "El Niño" típico, en la que se sobrepone el agua cálida a la fría sobre la costa ecuatoriana y peruana. La región 1+2, solamente repuntó entre marzo y abril de 2002, después continuó con un enfriamiento la mayor parte del evento. El sobrecalentamiento en Pacífico ecuatorial a finales del otoño e invierno del hemisferio septentrional, registró una variación en los sitios de estudio, pero hasta el mes de enero de 2003. A partir de febrero del año en curso, las anomalías comenzaron a descender.

Es probable que el agua cálida que se concentró en Mazatlán, Manzanillo, básicamente se transportó de las regiones de Niño 3.4 y 4 e inclusive pudo repercutir en el litoral de Nayarit. En isla Socorro, fue menor el efecto.

El trabajo se basó a través del análisis e interpretación de mapas mensuales de TSM y ATSM e índices retomados del Climate Diagnostics Center, NOAA. <http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/Composites/printpage.pl>

OCE-15

ISTHMUS OF TEHUANTEPEC WIND CLIMATOLOGY AND ENSO SIGNAL

Romero Centeno Rosario¹, Zavala Hidalgo Jorge¹, Gallegos

García Artemio² y OBrien James¹

¹ Florida State University, COAPS

Correo Electrónico: romero@coaps.fsu.edu

² Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

The statistical characteristics of the winds at the Isthmus of Tehuantepec and their seasonal and interannual variability are studied through the analysis of several data sets and a reconstruction of the winds for a 31-year period. Observations show that the long-term monthly mean wind speeds and frequency of occurrence of northerly winds have a strong seasonal signal, with maximum values during December-January, minimum during May-June and a relative maximum in July. The frequency distribution of wind speed is bimodal, a feature that is closely related to the wind direction, with northerly winds being stronger. Based on these results and in the close relationship between the across-Isthmus pressure differences and the local winds, a statistical model is developed to get a reconstruction of 12 hourly winds through the Isthmus of Tehuantepec for 1964-1995. The model reproduces fairly well the main characteristics of the observed winds: the bimodal distribution of the wind speed and the seasonal signal in the wind speed and frequency of occurrence of northerly winds. Reconstructed winds show that the high frequency of northerly winds in July is associated with weaker winds than those observed in winter. The summer maximum seems to be related with the westward displacement and strengthening of the Bermuda high during this time of the year. Based on the model results, the long-term monthly mean wind speeds show larger values during El Niño years compared with La Niña years. During La Niña years winds are significantly weaker than in neutral years for February-March, June-September, and November, and the percentage of occurrence of northerly winds is significantly lower than in neutral years from June to November. The larger occurrence of northerly winds during El Niño years compared with neutral years is statistically significant only for May and September.

OCE-16

EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, (HIDROGRAFÍA + DINÁMICA) ÚNICOS = ECOSISTEMA ÚNICO.

Trasviña Castro Armando

CICESE

Correo Electrónico: trasvi@cicese.mx

Este trabajo se presenta en tres fases. Primero se hace un análisis retrospectivo: desde los estudios hidrográficos realizados por la Comisión del Atún en los 60s, pasando por las investigaciones de los pioneros en oceanografía satelital en los 80s, hasta el momento actual con complejos estudios de campo que incluyen observaciones 'in situ' y diversas formas de telemetría. En una segunda fase se discuten resultados particulares de campañas recientes (Tehuano II, 1996; Tehuano III, 2000; Zihua I y II, 2001). Finalmente se analizan los aspectos más relevantes que contribuyen a formar este ecosistema

único en el Pacífico tropical Oriental. Se muestra también el elevado grado de complejidad de la dinámica local, su gran importancia en la dinámica regional y se especula también sobre la importancia de las interacciones océano-atmósfera.

OCE-17

ON THE INTERANNUAL VARIABILITY OF TEHUANTEPEC EDDIES

Zamudio López Luis¹, Hurlburt Harley E.², Metzger E. Joseph²
y Zavala Hidalgo Jorge³

¹ Florida State University, Naval Research Laboratory
Correo Electrónico: Luis.Zamudio@nrlssc.navy.mil

² Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, Mississippi

³ Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University

TOPEX/Poseidon satellite altimeter observations and the Naval Research Laboratory Layered Ocean Model simulations show interannual variability in the number and intensity of Tehuantepec eddies off the Mexican southwest coast. Analysis of the results illustrate that downwelling coastally trapped waves, which are generated in the equatorial Pacific, play a crucial role in the modulation and generation of Tehuantepec eddies and a dominant role in Tehuantepec eddy interannual variability. This introduces a new paradigm in which the generation and modulation of Tehuantepec eddies is not exclusively explained in terms of the strong and intermittent Tehuantepec wind events. In fact, the results show anticyclonic eddy formation during periods of calm of Tehuantepec winds. This talk will be in Spanish.

OCE-18

USO DE TRANSFORMADAS ESPECIALES PARA ESTUDIAR EL OLEAJE PRESENTE EN IMÁGENES SAR

Hernández Walls Rafael¹ y Ocampo Torres Francisco J.²

¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Correo Electrónico: rwalls@uabc.mx

² Depto. de Oceanografía Física, CICESE

El Golfo de Tehuantepec se caracteriza por presentar vientos perpendiculares a la costa provenientes de tierra firme, lo que impone condiciones especiales en el comportamiento espacial y temporal del oleaje en esta región. El oleaje ha sido poco estudiado en el Golfo de Tehuantepec, así que contar con información obtenida por radares de apertura sintética (SAR) a bordo de satélites espaciales, nos permitirá estudiar el comportamiento general del oleaje. Debido a la resolución de este tipo de radares, solo es posible estudiar longitudes de onda mayores a 100m. En el presente trabajo se propone estudiar al oleaje de la región a partir de estas imágenes, utilizando la transformada Wavelets y la transformada Radon. Para ello se han seleccionado algunos transectos de una imagen SAR, sobre la región del Golfo de Tehuantepec a los cuales se les ha aplicado la transformada Wavelets 1-D. En este trabajo se presentan resultados en términos del número de onda y se señalan las escalas más energéticas. También se ve la posibilidad de filtrar señales no deseadas utilizando la misma técnica.

OCE-19

VARIACIÓN DE LA CORRIENTE CÁLIDA SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA DE SONORA ADYACENTE AL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA ANALIZADO CON IMÁGENES INFRARROJAS DE SATÉLITE

Amador Buenrostro Alberto y Argote Espinosa Ma. Luisa
CICESE

Correo Electrónico: aamador@cicese.mx

A partir de una colección de imágenes de satélite de 5 años de la zona del Golfo de California (GC), se pretende analizar la variabilidad de la circulación de la región del archipiélago central. Hasta esta fecha se ha analizado los veranos de 1997 al 2000 con énfasis en la corriente cálida de la plataforma de Sonora. Mediante mediciones directas se observó que esta corriente tiene una dirección dominante hacia la cabeza del golfo durante la mayor parte del año, con algunas inversiones de baja intensidad y en los registros de 7 meses solo se presenta una inversión muy intensa en forma de evento asociada al huracán Nora. El análisis de las imágenes de satélite, nos permite poner en evidencia que la corriente hacia el norte sobre la plataforma de Sonora se puede encontrar en cualquier mes del año. También de estas observaciones resulta que son los meses de verano: junio, julio y agosto cuando se encuentran las mejores condiciones para observar eventos de intensificación de la corriente los cuales provocan invasión de aguas cálidas superficiales de sur a norte. Esto es debido a que en esta época la corriente es más constante, de mayor intensidad y la evolución del calentamiento superficial del golfo permite que estos eventos se manifiesten en la capa más superficial, y por lo tanto sean evidentes en las imágenes infrarrojas. El estudio interanual, donde analizamos imágenes desde julio de 1997, hasta septiembre de 1999 nos muestra que el año de 1998, probablemente el verano con más influencia del Niño, sea el año con menor presencia de estas invasiones, ya que encontramos menor cantidad de eventos y en general estos menos intensos, en cambio 1999 que podemos considerar como un verano típicamente Niña, es cuando hay mas eventos que aparecen en las imágenes y en general estos presentan mayor intensidad. En general podemos concluir que esta serie de estudios ha puesto en evidencia la presencia de la corriente superficial en la plataforma de Sonora al menos en la zona del archipiélago. Con los datos hasta este momento analizados podemos establecer que la corriente presenta un flujo dominante hacia el noroeste muy variable el cual dentro de sus fluctuaciones presenta eventos de gran intensidad o incluso eventos con dirección al sureste. Es una corriente caliente que lleva aguas de mayor temperatura provenientes del sur del archipiélago, al norte de él. La continuidad de este estudio proporcionará elementos para describir con mayor amplitud las características de esta corriente.

OCE-20

GIROS DE MEDIANA ESCALA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: ESTUDIO NUMÉRICO

Pares Sierra Alejandro y Allende Ma. Eugenia
CICESE

Correo Electrónico: apares@cicese.mx

Se analiza la dinámica de la generación y subsistencia de giros de mediana escala en el Golfo de California. Se usa un modelo numérico del golfo para estudiar posibles mecanismos de generación asociados a procesos de inestabilidad. Se encuentra que si bien la generación de

estos giros esta relacionada con procesos de inestabilidad su permanencia y localización esta fuertemente asociada a las características batimétricas del Golfo. Se usan datos de viento de Quikscat y la base de datos hidrográficos históricos para el forzamiento e inicialización del modelo.

OCE-21

HIDROGRAFÍA Y CORRIENTES GEOSTRÓFICAS EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE 1997-1998

Padilla Ozuna Fco. Armando¹ y López Mariscal Manuel²

¹ Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada. B.C.,
Secretaría de Marina

Correo Electrónico: fpadilla@cicese.mx

² CICESE

Se hicieron cálculos de corrientes geostróficas con datos hidrográficos de tres cruceros oceanográficos realizados de julio de 1997 a marzo de 1998 (julio, noviembre y marzo) en secciones perpendiculares a la parte norte del Golfo de California. Las secciones consideradas fueron en la parte norte del canal de Ballenas (CB) y de isla Ángel de la Guarda a Sonora (AGS). La salinidad superficial presentó poca variación durante las tres estaciones del año siendo de ~35.5 ups la mas alta en el verano, y de 35.4 ups en otoño e invierno. A profundidades mayores de los 150 m las aguas menos salinas se observaron en otoño e invierno, donde hay mucha mas presencia de agua con salinidad menor de 35 ups, en contraste, en verano, se observa poca agua con esas características en toda la columna de agua. La densidad en el fondo del canal de Ballenas a 600 m de profundidad es menor que en la sección AGS a 400 m de profundidad durante el otoño y el invierno. El flujo profundo durante este periodo entra (hacia la cabeza) por el lado de la sección AGS y sale por el canal de Ballenas. Durante julio las densidades se invierten y son mayores en el fondo del CB que en el fondo de la sección AGS. Asimismo, el sentido del flujo profundo se invierte y sale por la sección AGS y entra por el CB. Los flujos geostróficos se estimaron con la restricción de un flujo neto de sal nulo en toda la sección transversal y también con la restricción de un flujo neto de masa nulo. En el caso del flujo de sal, se utilizaron varios métodos para implementar la restricción. En general, todos los métodos utilizados para la velocidad geostrófica arrojaron resultados similares. Todos muestran un intercambio vigoroso e intenso cerca de la superficie, con corrientes cambiando de sentido en toda la sección. El intercambio de agua varía significativamente con la estación del año, y en el caso del verano, también varía con los diferentes métodos considerados. En general, para los métodos basados en mínimos absolutos del intercambio de sal y masa, el intercambio de agua es alrededor de 1.4, 0.7 y 1.2 Sv (1 Sv es un millón de metros cúbicos por segundo), para verano, otoño e invierno, respectivamente. El intercambio se reduce significativamente si se integra en capas de igual densidad como una forma de eliminar la recirculación del flujo.

OCE-22

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL FLUJO EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU RELACIÓN CON OBSERVACIONES EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DURANTE 1997-98

López Mariscal Manuel¹ y Zamudio López Luis²

¹ CICESE

Correo Electrónico: malope@cicese.mx

² Center for Ocean-Atmosphere Prediction Studies, Florida State University, Tallahassee, FL., U.S.A.

Se presentan los flujos y nivel del mar en la boca del golfo obtenidos de 8 años (1993 a 2000) de simulación del modelo numérico casi global NLOM. El nivel del mar simulado se compara bien con datos de altura del mar de topex en la entrada del golfo. El modelo captura bien el ciclo anual del nivel del mar y la anomalía de El Niño de 1997-98. A su vez, los datos del topex se comparan bien con un año de datos de presión subsuperficial tomados en el Canal de Ballenas durante 1997-98. El promedio del 8 años del transporte en la boca, muestran un flujo concentrado y fuerte saliendo por las costas de Baja California y un flujo mas débil y extendido entrando al golfo en el resto de la sección. El transporte integrado lateralmente muestra un flujo saliendo en una capa superficial de unos 50 m y flujo entrando hasta unos 500 m de profundidad. El flujo en las capas mas profundas también es de entrada. Durante El Niño de 1997-98, el patrón de flujo superficial por arriba de los 500 m se invierte. Se muestra la comparación de los transportes y espesores de las capas del modelo con datos de temperatura y velocidad cerca del fondo (a 340 m de profundidad) en el golfo norte tomados durante 1997-98 en un umbral cercano a la Isla Angel de la Guarda. La comparación muestra que, cuando se intensifica el flujo superficial de entrada en la boca, el transporte profundo hacia la cabeza se debilita, y la temperatura aumenta. La intensificación en la boca parece estar relacionada a las anomalías de transporte registradas durante El Niño de 1997-98 y por tanto este evento parece haber tenido un efecto de bloqueo, inhibiendo el intercambio de agua en la parte norte del golfo.

OCE-23

LA CORRIENTE DE YUCATAN

Candela Perez Julio, Sheinbaum Pardo Julio, Ochoa de la Torre Jose Luis y Badan Dagon Antonio

CICESE

Correo Electrónico: jcandela@cicese.mx

El flujo a través del Canal de Yucatán, dominado por la corriente de Yucatán, es una parte integral de la circulación del Giro Subtropical del Atlántico Norte con una contribución importante del intercambio inter-hemisférico termohalino global. La Corriente de Yucatán representa el ramal del Giro que fluye del Mar Caribe al Golfo de México donde da origen a la Corriente del Lazo, y a su salida del mismo, a las Corrientes de Florida del Golfo. En años recientes el Canal de Yucatán y regiones aledañas han sido objeto de intensos estudios observacionales y numéricos, los cuales han permitido un entendimiento sin precedentes de la circulación en la región. Un aspecto evidente de la circulación superficial del Mar Caribe, tanto observado como modelado, es la presencia permanente de remolinos de meso escala que pasan por la región advectados por el flujo medio en dirección noroeste. Algunos de estos remolinos se originan en la región ecuatorial en la retroflexión de la Corriente del Norte de Brasil

y logran pasar a través de los canales entre las antillas menores hacia el interior del Caribe. Una vez dentro del Caribe se reorganizan y son advectados hacia el Canal de Yucatán donde determinan en gran medida la estructura y variabilidad de la Corriente Yucatán aunque no en forma importante la variabilidad del transporte en el Canal. Hay fuertes indicaciones de que el flujo de vorticidad potencial entre el Golfo de México y el Mar Caribe, el cual esta íntimamente relacionado con el comportamiento de la Corriente del Lazo y su liberación de remolinos dentro del Golfo de México, esta principalmente determinada por el paso de remolinos a través del Canal de Yucatán. Una hipótesis de trabajo que se deriva de estas observaciones es que el Golfo de México funciona como un sumidero de remolinos para el Sistema del Giro Subtropical del Atlántico Norte. El análisis del intercambio de energía entre el flujo medio y las fluctuaciones en el Canal de Yucatán indica que el intercambio es en ambos sentidos, con zonas en el canal donde el flujo medio alimenta a las fluctuaciones y otras donde las fluctuaciones ceden energía al flujo medio. La magnitud de estos intercambios es del mismo orden que los observados en otras regiones de la Corriente del Golfo. El transporte medio observado a través del Canal de Yucatán durante dos años de mediciones continuas (agosto 1999- Julio 2001) es de 23.2 Sv, el cual es cerca de 10 Sv menos del reportado a partir de las mediciones en la sección del cable en el Estrecho de Florida. Esta importante discrepancia en los transportes medidos en ambas secciones, a la fecha, no ha sido resuelta.

OCE-24

CIRCULACIÓN EN EL CARIBE MEXICANO

Sheinbaum Pardo Julio, Candela Pérez Julio, Ochoa de la Torre
José Luis y Badan Dagon Antonio
CICESE
Correo Electrónico: julios@cicese.mx

Desde junio de 2002 se inició un programa observacional y de modelación para entender la circulación oceánica en el caribe mexicano. En esta región se forma la Corriente de Yucatán que es una de las corrientes más intensas del mundo. Observaciones anteriores muestran que la zona está dominada por actividad de mesoescala (remolinos) algunos de los cuales se generan en el Atlántico ecuatorial o en el interior del Mar Caribe. Se describen resultados preliminares de un año de observaciones de un arreglo de 9 anclajes y sensores distribuidos desde la frontera con Belice hasta el Canal de Yucatán.

OCE-25

VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DE LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹ y Gaviño
Rodríguez Juan H.²
¹ COFAA, CICIMAR, IPN
Correo Electrónico: mniebla@ipn.mx
² Universidad de Colima

En esta investigación se realizó el análisis del comportamiento hidrológico e hidrodinámico de Bahía de La Paz, B.C.S., así como, la posible influencia que ejerce el Golfo de California en estas aguas, tomando como base mediciones hidrológicas, de corrientes, oleaje, marea y viento durante el periodo comprendido entre los años de 1994 y 1999 apoyándose en observaciones satelitarias y en la simulación numérica de corrientes por viento.

En general, se encontró una importante y constante variabilidad espacial y temporal, así como, una influencia significativa del Golfo de California. Dentro de este análisis destaca el impacto producido por El Niño 1997-1998, principalmente en los campos de temperatura, salinidad y densidad.

Durante los periodo de otoño-invierno, los vientos del noroeste y norte dan origen a una importante capa de mezcla y al hundimiento de la termoclina, la haloclina y de la picnoclina. Mientras que, durante el verano las aguas presentan una importante estratificación con la ausencia frecuentemente de una capa de mezcla, producto de la intensa radiación y de los vientos poco persistentes del sureste y sur en la región, así como, del arribo de las aguas calientes y saladas del golfo. En esta bahía se encontró la presencia permanente de agua con características del Agua del Golfo de California y Agua Subsuperficial Subtropical, entre tanto, agua con características del Agua Superficial Ecuatorial fue registrada durante el otoño y en forma extraordinaria durante el invierno de 1998, al parecer producto de los efectos del fenómeno de El Niño 1997-1998.

En la costa peninsular de la bahía y en Canal San Lorenzo durante otoño e invierno se presenta importante oleaje local producto de los intensos y persistentes vientos del noroeste y norte. Entre tanto, en el verano predominando el oleaje de tipo swell, debido a que los vientos del sureste y sur son incapaces de generar un oleaje de tipo local significativo, por falta de un importante fetch. Las mareas fueron semidiurnas y su influencia fue mas importante en la región sureste y sur de la bahía, donde permanentemente destruyen la estratificación. Las corrientes en Canal San Lorenzo y frente a Cabeza de Mechudo son fuertemente influenciadas por los efectos de ondas de bajas frecuencias, contrastando con la costa de El Mogote, donde las altas frecuencias son las que predominan. Los vientos del noroeste son capaces de generar un circulación de tipo ciclónica en la parte central de la bahía, con un reflujo permanente por Canal San Lorenzo, mientras que, los vientos del sureste dan origen a un giro anticiclónico e invierten el sentido de las corrientes en Canal San Lorenzo.

OCE-26

VARIACIÓN ESTACIONAL DE NUTRIENTES INORGÁNICOS EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO/SEASONAL NUTRIENTS VARIATION IN LA PAZ BAY, MEXICO

Hinojosa Larios José Angel, Cervantes Duarte Rafael y Fuentes
Valdivia José Juan
CICIMAR, IPN
Correo Electrónico: jahinojo@ipn.mx

Con el propósito de estudiar la distribución estacional de nutrientes inorgánicos disueltos en la Bahía de La Paz, se realizaron cuatro cruceros a bordo de la embarcación BIP-V en los meses de Enero, Abril, Julio y Noviembre del 2002. La sección analizada constó de 7 estaciones que intersectaban la bahía en dirección norte a sur, espaciadas aproximadamente cada 5 m.n. En cada estación se realizaron perfiles verticales de temperatura y salinidad, de la superficie hasta una profundidad máxima de 350 m, con un CTD S4 y se colectaron 6 muestras en la columna de agua para análisis de fosfatos y nitratos. Los resultados mostraron una columna de agua estratificada durante los meses de enero y julio y una capa mezclada en los meses de abril y noviembre. Las distribuciones espacio temporales de fosfatos y nitratos fueron similares, en promedio en una proporción de 1:10. Durante enero y abril la distribución vertical de estos nutrientes presentó un fuerte contraste entre la zona profunda y somera de la bahía, mientras que en julio y noviembre hubo una

relativa estratificación en toda la región. Las mayores variaciones de nutrientes ocurrieron en los primeros 50 m (0.3-1.0 μM fosfatos y n.d.-3 μM nitratos), mientras que en la zona más profunda se registraron concentraciones hasta 3 μM de fosfatos y 25 μM de nitratos. Estas características correspondieron en lo general con las previamente descritas para las aguas del sur del Golfo de California.

OCE-27

SEASONAL CIRCULATION ON THE WESTERN SHELF OF THE GULF OF MEXICO

Zavala Hidalgo Jorge y Morey Steven L.
Florida State University, COAPS
Correo Electrónico: zavala@coaps.fsu.edu

The seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico is studied using a high-resolution numerical simulation, historical hydrographic data, sea level data, and satellite images. Three regions are distinguished, the Tamaulipas-Veracruz (TAVE) shelf, the Louisiana-Texas (LATEX) shelf, and the western Campeche Bank. On the TAVE shelf there is a swift reversal of the along shelf current, downcoast from September to March and upcoast from May to August when there is upwelling due to offshore Ekman transport. Circulation on the western Campeche Bank is upcoast throughout the year. The LATEX shelf has a cyclonic circulation, except during summer months when the flow is eastward. During spring-summer the upcoast current on the TAVE shelf reaches the southern Texas shelf where it encounters a downcoast coastal current favoring offshore transports. In the fall-winter, the downcoast current reaches the southern Bay of Campeche where it meets an opposing along-shelf current, generating seasonal offshore transports. During fall and winter, cool low salinity water from the Mississippi and Atchafalaya Rivers is advected westward along the LATEX shelf onto the TAVE shelf, developing along-shelf fronts and temperature inversions commonly observed over the outer shelf and shelf break. The main forcing over the western shelf of the Gulf is the along coast wind stress component. The existence of the cross shelf transports in the confluence regions is supported by chlorophyll *a* data. Up to 80% of the seasonal sea level variability is explained by the along shelf currents and the low frequency variability of the atmospheric sea level pressure.

OCE-28

EVALUACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS DE TERCERA GENERACIÓN PARA EL PRONÓSTICO DEL OLEAJE DURANTE HURACANES EN CENTROAMÉRICA Y MÉXICO

Lizano R. Omar G.
Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica,
San José, Costa Rica
Correo Electrónico: olizano@cariari.ucr.ac.cr

Las actividades crecientes en nuestras regiones costeras requiere de información mas detallada de lo que suministran los modelos a escala global sobre ciclones tropicales. En este trabajo se presentan los resultados de las respuestas de varias versiones de un modelo numérico del dominio público (SWAN) para generar oleaje durante huracanes. Un modelo integrado de viento para huracán, que utiliza los parámetros usuales suministrados por las oficinas meteorológicas: posición y radio de vientos máximos, es usado como fuente exitadora del modelo de olas. Se realizaron ajustes en el modelo de viento para emular los perfiles de altura de ola medidos por boyas oceanográficas de la NOAA en el Golfo de México en el caso los huracanes George

y Lili. Haciendo uso de la característica de rejillas anidadas del modelo de olas, y utilizando batimetrías costeras con alta resolución (al menos 30 m), se propone establecer un sistema integrado de técnicas de pronóstico de oleaje para huracanes en la región, donde esta información sobre de oleaje es necesaria: como en el manejo y planificación de las actividades marinas, o como apoyo en las decisiones gubernamentales ante la amenaza de impacto por estos fenómenos naturales.

OCE-29

INTERACCIONES NO LINEALES ENTRE COMPONENTES DEL ESPECTRO HACIA EL EQUILIBRIO ESPECTRAL CON UNA SOLUCIÓN COMPLETA A LA INTEGRAL DE COLISIÓN

Perelló Reina Diego¹ y Ocampo Torres Francisco J.²

¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Correo Electrónico: diegoperello@yahoo.com.mx
² CICESE

La importancia del estudio del oleaje radica en el conocimiento y entendimiento de los diferentes procesos que lo generan, propagan, modifican y disipan. Con esto es posible representarlo mejor para realizar predicciones exactas, con la mejor precisión posible, a la resolución espacial deseada y a corto, mediano o largo plazo. El papel que juegan hoy día los modelos de simulación y predicción de oleaje en diferentes ramas de la ciencia está claro: se necesita saber qué es lo que pasa y va a pasar en la superficie del océano, así como los mecanismos del cómo pasa para su posible interacción con otros procesos. Para lograr esto es necesario primero un entendimiento (lo más completo posible) de los mecanismos internos que rigen la evolución del oleaje bajo ciertas condiciones. Actualmente los modelos de predicción de oleaje operacionales involucran técnicas basadas en aproximaciones para calcular la aportación que tienen las interacciones no lineales en la evolución del espectro del oleaje. El hacer esto reduce por un lado el tiempo y uso de cómputo, pero por otro produce espectros con picos espectrales menos energéticos, una zona a altas frecuencias con más energía de la que muestran espectros reales y un menor esparcimiento direccional, lo cual mejora considerablemente al usar una solución completa del término de las interacciones no lineales. Este trabajo pretende avanzar en el entendimiento del comportamiento de la forma del espectro cercano al equilibrio (en el contexto de un "mar completamente desarrollado") al analizar la evolución del espectro de oleaje sin restricciones en su crecimiento con parámetros como: la frecuencia del pico espectral, el grado de picudez o "peakedness" del espectro, la pendiente de la ola y la edad de la ola representada por la frecuencia del pico espectral al calcular la aportación de la integral de colisión haciendo uso de la técnica propuesta por Lavrenov (1991), basada en modificaciones del algoritmo de Hasselmann. Este método de integración permite calcular la integral de colisión con un error de no más de 1% en tiempos de cómputo relativamente corto, por lo que ha sido llamado: método de integración de la "más alta precisión".

OCE-30

ON A FACTOR NORM OF PERTURBATIONS TO THE ROSSBY-HAURWITZ WAVE

Skiba Yuri

Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM
Correo Electrónico: skiba@servidor.unam.mx

Stability of the Rossby-Haurwitz (RH) wave in an ideal incompressible fluid on a rotating sphere is analytically studied. It is proved that any perturbation of the RH wave evolves in such a way that its kinetic energy and enstrophy decrease, remain constant or increase simultaneously. Variations in the energy of a perturbation are shown to be caused by variations in the projection of the corresponding vorticity equation solution onto the RH wave. A conservation law for arbitrary RH-wave perturbations is obtained and used to classify all the perturbations in four invariant sets depending on the value of their mean spectral number. A hyperbolic dependence between the energy and mean spectral number of a perturbation is shown. This implies that the energy cascade of growing (or decaying) perturbations has opposite directions in the invariant sets of small-scale and large-scale perturbations. A factor space of perturbations with a factor norm is introduced using the invariant subspace of neutral perturbations as the zero factor class. While the energy norm controls the perturbation part tangential to the RH wave, the factor norm controls the perturbation part orthogonal to this wave, and hence, is very important in the orbital (Poincare) instability study. It is shown that in the invariant set of large-scale perturbations, any non-zonal RH wave is Liapunov unstable in the energy norm. This instability however has nothing in common with the Poincare instability and is caused by asynchronous oscillations of the two almost coinciding RH-wave solutions to the nonlinear vorticity equation. It is also shown that the exponential instability is possible only in the invariant set of the zero measure, which contains just the perturbations whose mean spectral number is equal to $n(n+1)$, where n is the RH wave degree. The maximum growth rate of unstable normal modes is estimated, and the orthogonality of their amplitudes to the RH wave is shown.

OCE-31

SOBRE LA TRANSICION DE STOMMEL EN LA CIRCULACION TERMOHALINA

Bulgakov Sergey¹, Skiba Yuri² y Garcia Chan Nestor³

¹ Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: sbulgako@udgserv.cencar.udg.mx

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³ Posgrado Ciencias en Hidrometeorología, Universidad de Guadalajara

En el clásico modelo (Stommel, 1961) de cajas de la circulación termohalina entre polo y ecuador un fenómeno de estados múltiples fue predicho para condiciones definidas. Este es cuando el sistema hidrodinámico está sobre puntos de equilibrio, el doble forzamiento termico y halino puede producir tres diferentes estados de movimiento de agua dentro de cierto rango de los parámetros de forzamiento. Un estado es caracterizado por el dominio de la temperatura en los cambios de la densidad lo que produce una celda de movimiento de agua, con agua surgiendo en el ecuador y hundiéndose en el polo (modo-T). El segundo estado es conducido predominantemente por la salinidad, obteniéndose una celda caracterizada por una circulación

vertical opuesta (modo-S). El tercer estado fue clasificado como un modo inestable, llamado transición de Stommel, que es cuando el sistema cambia de un modo a otro de circulación con una alteración abrupta en la dirección de flujo y velocidad. Esto significa que la circulación oceánica puede ser fácilmente perturbada a través de puntos críticos con relativamente pequeñas perturbaciones en los forzamientos externos.

Una serie de experimentos de laboratorio con forzamiento termohalino fue desarrollada usando aparatos de 1-caja y 2-cajas, para reproducir el modelo conceptual de circulación termohalina de Stommel (Whitehead et. al., 2003; Bulgakov, Skiba, 2003). Los patrones de flujo son discutidos dependiendo de los parámetros del modelo (el radio de aspecto y el radio de flotabilidad) y condiciones de frontera específicas que proveen regímenes de convección máxima, parcial y mínima.

Tres estados fijos son encontrados en un espacio de control de los parámetros: el modo térmico con dos capas (T2), el modo halino con dos capas (S2) y el estado híbrido con tres capas (H3). La circulación termohalina muestra ambas transiciones, suaves y abruptas dependiendo de la tasa de mezcla. Los experimentos de libre convección y doble difusión con mezcla limitada mostraron transiciones suaves. Transiciones abruptas fueron encontradas en los experimentos de mezcla completa cuando el agua fue agitada con mezcladores. Esto significa que la condición de "agua bien mezclada" es crucial para que este fenómeno ocurra.

El modelo teórico bi-dimensional propuesto por Cessi y Young (1992) es aplicado para estudiar la formación del modo-H3. La solución de problemas de diferentes ordenes es analizada usando un método de expansión y sugiriendo que el radio de aspecto es un parámetro pequeño. Esto muestra que la asimetría en la distribución vertical entre la temperatura y la salinidad es responsable de formar la estructura de tres capas en la circulación termohalina.

El presente estudio fue patrocinado por CONACYT proyecto 32499-T.

OCE-32

UNA TEORÍA SOBRE EL SENTIDO DE ROTACIÓN DE CORRIENTES DE MAREA Y APLICACIONES

Carbajal Pérez Noel¹ y Gaviño Rodríguez Juan H.²

¹ Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
Correo Electrónico: noelc@ipicyt.edu.mx

² Universidad de Colima

Aplicando las ecuaciones de movimiento linealizadas, se desarrolló una teoría que explica propiedades fundamentales del sentido de rotación de corrientes de marea. De manera cinemática se demuestra que el sentido de rotación está determinado por el producto del eje mayor (M) por el eje menor (m) de la elipse de marea. De la dinámica se encuentra que el sentido de rotación de las corrientes de marea depende fundamentalmente del producto vectorial de los gradientes de elevación del mar por el gradiente de fase. En otras palabras, las estructuras de elevación del mar y de fase en el sistema anfídromico en una región están íntimamente conectadas con el sentido de rotación de corrientes de marea. Puesto que los gradientes de elevación del mar pueden ser obtenidos, por altimetría satelital, la teoría permite, en principio, calcular las velocidades asociadas a esas mediciones. Debido a que se aplican las ecuaciones

en su forma homogénea, una aplicación apropiada de la teoría en su forma actual sería a las oscilaciones libres o modos de resonancia en los océanos.

OCE-33

MODOS DE RESONANCIA LIBRE AMORTIGUADOS DEL OCÉANO MUNDIAL EN UNA RESOLUCIÓN DE 1GRADO

Gaviño Rodríguez Juan H.¹, Zahel Wilfried² y Galicia Pérez Marco A.¹

¹ Centro Universitario Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

Correo Electrónico: gavinho@cgic.ucol.mx

² Institut fuer Meereskunde. Uni Hamburg

Utilizando una discretización de 1 grado de resolución del océano Mundial y considerando en el operador hidrodinámico barotrópico las parametrizaciones de fricción lineal agua-suelo y de difusión turbulenta que se usaron en la asimilación de datos mareográficos (muy en particular del Topex-Poseidón) se obtuvieron, realizando iteraciones de tipo inverso, 48 modos de resonancia libre amortiguados en el rango de periodos de 7hrs a 80 hrs. Se presentan gráficas de niveles de agua, de flujo de energía y de elipses de marea de los modos con periodos {horas(energía potencial)} 6.46(49), 6.70(48), 8.21(46), 11.88(11.96(45), 12.65(46), 12.75(45), 22.99(41), 25.76(46)), 27.66(23), 28.15(24), 31.73(44), 77.82(18), 80.41(9) y decaimientos medios entre 1.5 y 8 días y que dan una idea general del comportamiento de los modos de frecuencias rápidas(periodos < 7hrs), semidiurnas, diurnas y lentas(periodos > 30hrs). De las contribuciones de la energía potencial se observa que los modos con periodos diurnos y más lentos pueden presentar velocidades con componentes importantes de tipo rotacional

La comparación con los modos de resonancia libre sin fricción obtenidos con el método de Lanczos en una discretización de 4 grados muestra grandes similitudes.

La gran semejanza entre las mareas diurnas y semidiurnas y los modos en la cercanías de estas frecuencias, muestra claramente la excitación de éstos por el potencial de marea.

OCE-34

APLICACIÓN DE UNA TEORÍA SOBRE CORRIENTES DE MAREA A LOS MODOS DE RESONANCIA DEL OCÉANO MUNDIAL

Gaviño Rodríguez Juan H.¹, Carbajal Pérez Noel² y Galicia Pérez Marco A.¹

¹ Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

Correo Electrónico: gavinho@cgic.ucol.mx

² IPICyT

La estimación de los modos de resonancia del océano mundial ha sido objeto de varias investigaciones. Los modos de resonancia ayudan a explicar las amplificaciones, observadas en muchas regiones, de las oscilaciones inducidas por el efecto directo de los potenciales gravitacionales de marea del sol y la luna. Los modos de resonancia son oscilaciones libres descritas por las ecuaciones homogéneas de movimiento. La importancia de los modos de resonancia radica en que como constituyen una base hidrodinámica linealmente independiente de vectores, se pueden utilizar para realizar análisis objetivo y

sinéptico de mareas y de otros procesos barotrópicos. La principal manifestación de las mareas es a través de los movimientos verticales de la elevación del mar al paso de las ondas. Esta información se resume en los sistemas anfidrómicos de las diferentes componentes, sus respectivas distribuciones de elipses de marea y los vectores de flujo de energía. Los sistemas anfidrómicos describen los patrones de amplitud y fase de la oscilante superficie del mar. Las elipses contienen información sobre la amplitud, fase y sentido de rotación de las corrientes de marea y los vectores de flujo de energía muestran la dirección e intensidad en que fluye la energía y en consecuencia muestra los lugares donde los procesos adquieren mayor importancia. De igual manera se describen los modos de resonancia. Una teoría sobre rotación de las elipses, desarrollada como parte de este proyecto de investigación, se aplica a los modos de resonancia del océano mundial. Esto permite distinguir donde los efectos resonantes son más marcados y prueban que la teoría es aplicable a este tipo de oscilaciones.

OCE-35

OBSERVACIONES DE NIVEL DEL MAR CON INSTRUMENTOS DE BAJO COSTO

Ortiz Figueroa Modesto, Martínez Mirón Yleana y González

Navarro J. Ignacio

CICESE

Correo Electrónico: ortizf@cicese.mx

Se presenta el prototipo de una estación mareográfica de bajo costo con capacidad para ser operada en tiempo real. El mareógrafo prototipo se construyó empleando un ratón de computadora sincronizado con la polea de un mareógrafo convencional. Las lecturas del nivel del mar asociadas a la rotación de uno de los ejes del ratón se obtienen directamente por el puerto serie de una computadora de bajo rendimiento. El mareógrafo prototipo se sincronizó con la polea del mareógrafo de Ensenada-Baja-California con la finalidad de obtener una semana de observaciones simultáneas de nivel del mar en ambos instrumentos. La comparación de ambos registros de nivel del mar indica que tanto la frecuencia de muestreo como la resolución vertical de las observaciones obtenidas con el prototipo sobrepasan los estándares de control de calidad que se requieren para una estación mareográfica permanente. El costo del mareógrafo prototipo es prácticamente nulo, considerando que la computadora y el ratón se pueden obtener gratuitamente en los almacenes de equipos obsoletos de cada institución pública.

OCE-36

APLICACIÓN DE UN MODELO NUMÉRICO TRIDIMENSIONAL EN EL PUERTO DEL SAUZAL, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Flores Vidal Xavier y Ramírez Aguilar Isabel

CICESE

Correo Electrónico: xflores@cicese.mx

Con la finalidad de conocer mejor los procesos de estratificación (gradiente de densidad) y mezcla dentro del puerto, se adaptó un modelo numérico tridimensional en el Puerto del Sauzal, Baja California.

El modelo simuló las velocidades de las corrientes y la distribución de la temperatura en la superficie, así como su variación vertical. La simulación fue validada con datos reales obtenidos en el puerto del Sauzal, demostrando que el modelo reproduce satisfactoriamente los procesos reales que ocurren dentro del puerto.

Se encontró que la densidad depende básicamente de la temperatura y la salinidad tiene poca variación en este sistema por lo que se consideró a la temperatura como el agente que modifica la densidad y por lo tanto la estratificación.

El principal forzamiento que redistribuye la temperatura y las velocidades superficiales en el puerto, es la variación del nivel de mar. Sin embargo, el viento superior a 8 m/s, cambia esta condición y se convierte en el principal agente de redistribución.

La variación del nivel de mar no afecta la estratificación vertical, sin embargo, el viento superior a 8 m/s desestratifica en la vertical e induce la mezcla.

Se realizó una simulación con la finalidad de observar los procesos de mezcla y circulación al incluir una descarga al sistema. La simulación presenta un incremento en la mezcla vertical y en la circulación superficial, sin afectar la estabilidad del sistema. Este hecho demuestra que una descarga controlada puede mejorar la circulación y mezcla, reduciendo los tiempos de residencia y mejorando los niveles de oxígeno en el agua.

OCE-37

PROCESOS DE DIFUSIÓN Y ADVECCIÓN DE CONTAMINANTES FRENTE AL ARROYO EL GALLO, EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, ENSENADA, B.C.

Pérez Morga Nancy, Mejía Trejo Adán, Blanco Betancourt Rafael, Canino Raúl, Mendoza Espinosa Leopoldo y Delgadillo Francisco
UABC

Correo Electrónico: nperez@uabc.mx

El puerto de Ensenada tiene dos plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan (~ 0.50 m³/s) en el arroyo 'El Gallo', estas aguas tratadas llegan a mar abierto, a nivel de playa, en una zona densamente poblada alrededor y con gran diversidad de actividades. La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) lleva a cabo monitoreos de calidad de agua (bacterias coliformes, grasas, aceites, DBO, sólidos totales y sedimentables) en la zona de rompiente y en la salida al arroyo, sin embargo no se conoce el impacto en mar abierto. El objetivo principal de este estudio es conocer la zona afectada de la descarga en el mar, mediante la medición de parámetros físicos (corrientes, salinidad y temperatura), químicos (oxígeno, nitratos, fosfatos) y biológicos (bacterias coliformes).

Las mediciones de corrientes se hicieron utilizando un perfilador acústico ADP (1,000 KHz) en un punto fijo, durante un mes, y en transectos para diferentes condiciones de marea. Las características de las corrientes se obtuvieron usando el método de funciones empíricas ortogonales y se identificaron las frecuencias principales por medio de un análisis de Fourier. Los vectores progresivos muestran un transporte hacia el suroeste en la capa subsuperficial, y hacia el noreste en la capa de fondo.

Para la identificación de la pluma de la descarga, se realizaron mediciones de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y fluorescencia, usando un CTD (Idronaut, 316), y se determinaron concentraciones de amonio, fosfatos y bacterias coliformes en laboratorio. Con las corrientes y concentraciones de los parámetros observados, utilizamos la ecuación de conservación de los diferentes contaminantes para explicar su distribución.

OCE-38

LA CIRCULACION DE LA BRIZA EN EL LAGO DE CHAPALA, MEXICO

Tereshchenko Emmanuilovna Irina, Avalos D.C., Monzón O. César y Filonov Erofeevich Anatoliy
Depto. de Fisica, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: itereshc@ccip.udg.mx

Estudios recientes han mostrado que los principales procesos que contribuyen a las condiciones climáticas y la circulación del agua en el Lago de Chapala son los vientos locales y la brisa (Filonov et al., 1998). Se presenta el cálculo de transporte y corrientes producidas por el viento de la brisa en el lago de Chapala. El viento de la brisa como los demás parámetros meteorológicos fueron obtenidos de 7 estaciones Meteorológicas: tres pertenecientes a la CNA (Comisión Nacional de Agua), tres a la Organización Produce Jalisco y una a la Universidad de Guadalajara. Estas estaciones se encuentran en la costa del lago y una de estas ubicadas en la isla de los Alacranes. Las estaciones cuentan con distintas discretizaciones y periodos de medición, debido a que proceden de distintas Organizaciones. Para homogenizar los datos de viento se realizó un promedio horario para época de estiaje y época de lluvias. Estas dos épocas se han identificado como las de mayor influencia en el lago de Chapala. (Filonov y Tereshchenko, 1998). Para modelar transporte y corrientes en el lago, se utilizó un modelo lineal para aguas someras. Los resultados de modelación muestran que el viento de la brisa produce vórtices y circulación por el efecto de la forma del lago y de la topografía.

OCE-39

MODULACIÓN DE MAREAS SOMERAS EN UNA LAGUNA COSTERA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Dworak Robinson Juan Adolfo¹ y Gomez Valdes Jose²

¹ Instituto Tecnológico del Mar 03, Guaymas, Son.

Correo Electrónico: jdworak@cicese.mx

² CICESE

Se hizo un estudio observacional de 56 días de duración en dos sitios de la Bahía de Yavaros, durante 1999, con el propósito de investigar la variabilidad temporal y espacial de la generación de las mareas someras. La Bahía de Yavaros se localiza en la parte sur del Golfo de California, en donde predominan las mareas mixtas. Uno sitio de observación fue ubicado en la entrada de la bahía (boca) y el otro en la parte media de la misma (cuenca). Se emplearon las técnicas de análisis armónico y de demodulación compleja para encontrar el espectro de constituyentes significativas y dilucidar la variabilidad temporal de las series de tiempo de las amplitudes. Las constituyentes principales de la marea en el área de estudio fueron K1 (25 cm), M2 (21 cm), O1 (17 cm) y S2 (16 cm). No se observó variación espacial significativa de las amplitudes de dichas constituyentes. Las mareas someras principales en la boca fueron M4 (0.8 cm), MO3 (0.5 cm), y SK3 (0.5 cm), en cambio en la cuenca

fueron MS4 (1.8 cm), M4 (1.4 cm), MK3 (1.0 cm) y MO3 (1.0 cm). Las constituyentes diurnas y terciarias mostraron modulación catorcenal de tipo tropical (13.7 días), en cambio, la modulación catorcenal de las semidiurnas, cuartidiurnas y sextidiurnas fue de tipo sinódico (14.8 días). A su vez, la corriente residual tuvo una modulación de tipo sinódico. Se encontró que los máximos de las series de tiempo de las amplitudes de las constituyentes diurnas y semidiurnas estuvieron desfasados, en consecuencia, se tuvo que las mareas someras no se generaron simultáneamente. También se llevó a cabo un análisis de correlación cruzada entre los mecanismos no lineales de generación y las mareas someras, para sustentar la hipótesis de que hubo generación de mareas someras entre los dos sitios de observación.

OCE-40

MODELACION NUMERICA DE LA CIRCULACION EN EL INTERIOR DEL SISTEMA LAGUNAR BAHIA MAGDALENA, B.C.S., MEXICO

Sánchez Montante Orzo y Zaitsev Oleg
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Correo Electrónico: orzosam@yahoo.com

A partir de la implementación del modelo de circulación oceánica costera ECOM3D en el interior del sistema lagunar Bahía Magdalena, se analizan las componentes principales de la circulación para la determinación del transporte de masa asociado. El análisis consiste en la variación de los parámetros del modelo tales como los forzamientos de la circulación, las condiciones en la fronteras líquidas, la fricción del fondo, la configuración geométrica y la batimetría del sistema. La experimentación numérica realizada permite identificar la estructura barotrópica y baroclínica relativa a cada forzamiento en particular.

Los resultados obtenidos sugieren que la circulación del sistema lagunar está principalmente dominada por el forzamiento de marea en la Boca de Bahía Magdalena. El arribo de la marea hacia los canales del interior del sistema tiene un retraso de 30min, provocando un desfase en las variaciones del nivel del mar de los cuerpos de agua que componen el sistema lagunar. Los ciclos de marea viva y de marea muerta se describen a partir de la simulación de la circulación durante un mes, encontrando que las velocidades de reflujo son mayores que las del flujo con valores de 85cm/s en la viva y 25.7cm/s en la muerta. El orden de magnitud de la circulación dirigida por un viento constante es únicamente comparable durante el ciclo de marea muerta. La circulación resultante de la rectificación de la marea muestra una estructura ciclónica de mesoescala en la región profunda de Bahía Magdalena, sin embargo la magnitud de esta es 2 ordenes de magnitud menor que la forzada por la marea. No obstante, la naturaleza semipermanente de esta circulación puede ser un mecanismo de transporte vertical de baja frecuencia, el cual puede mantener las distribuciones de los indicadores de alta productividad observados en el campo.

OCE-41

HIDRODINÁMICA DE UN ESTUARIO INVERSO: LAGUNA OJO DE LIEBRE, BAJA CALIFORNIA SUR

Coronado Méndez César Alfonso, Ramírez Aguilar Isabel, Flores Vidal Xavier y Castro López Jorge
CICESE
Correo Electrónico: coronado@cicese.mx

Los días 12 al 16 de junio de 2003 se realizó una campaña intensiva de mediciones oceanográficas básicas para la caracterización de la Laguna Ojo de Liebre, un extenso estuario inverso localizado en la región noroeste de Baja California Sur. Las variables que se midieron fueron: profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, turbidez, pH, componentes de la velocidad de las corrientes marinas, dirección del viento, temperatura del aire y humedad relativa. Durante los días de muestreo, la laguna se comportó como una laguna verticalmente mezclada, con una estratificación horizontal, presentándose los mínimos de temperatura y salinidad en la entrada de la laguna (18.5°C y 34) y los máximos (22°C y 45) en la cabeza de la laguna. La salinidad y temperatura mostraron una incursión de la marea de 10 km de la boca de la laguna. Esto tiene un apoyo en las corrientes medidas, las cuales entran por la boca en forma radial, afectando toda la parte principal de la laguna y no solamente por los canales. El oxígeno disuelto fue la única variable que presentó una estratificación vertical, habiéndose detectado un mínimo en la superficie y en el fondo, mientras que el máximo se encontró a 10 metros de profundidad. Esta estratificación se conserva en toda la laguna, por lo que en las zonas con menos de 10 metros de profundidad no presentan ni el máximo de oxígeno ni el mínimo en el fondo. La única región donde se encuentra este segundo mínimo de oxígeno es en una región de captura de langostas. Los máximos de clorofila siguen de manera paralela los máximos de turbidez y se asocian a obstáculos en el fondo que desvían las corrientes hacia la superficie. Siendo la clorofila un indicador de productividad primaria, las zonas de alta turbidez pueden ser objeto de estudios más detallados sobre productividad.

OCE-42

SERIES DE TIEMPO DE VELOCIDAD DE LA CORRIENTE Y ALGUNAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS EN LA BOCA DE LAS LAGUNAS DE PICHILINGUE, B.C.S., MÉXICO

Cervantes Duarte Rafael¹, Trasviña Castro Armando², Valle Levinson Arnoldo², Farfán Luis M.² y Suarez Altamirano José Miguel¹

¹ CICIMAR, IPN

Correo Electrónico: rcervan@ipn.mx

² CICESE, Campus La Paz

Con el propósito de analizar las propiedades físico-químicas de las aguas que se intercambian entre la Bahía de La Paz y las lagunas aledañas a Pichilingue y su relación con la hidrodinámica, en agosto del 2002 se realizaron una serie de mediciones hidrográficas semi-continuas a lo largo de una sección de la boca al sistema lagunar. La sección se dividió en 5 estaciones espaciadas regularmente, en cada estación se realizaron mediciones en la columna de agua de la velocidad y dirección de la corriente, temperatura y salinidad. En la estación central de la sección se tomaron muestras discretas, aproximadamente cada hora, a intervalos de 5 metros de la superficie al fondo, para análisis de nutrientes inorgánicos, pH y oxígeno

disuelto. Asimismo, se realizaron perfiles verticales de producción primaria estimada mediante fluorescencia natural. Los resultados muestran condiciones típicas de hipersalinidad en el sistema lagunar, sin embargo, el transporte de nutrientes y de propiedades fisicoquímicas a través de la boca es espacial y temporalmente heterogéneo y depende en gran medida de las características dinámicas de su flujo. Los niveles de producción primaria en la columna de agua se mantuvieron relativamente altos durante todo el estudio y generalmente disminuyeron de la superficie al fondo en un intervalo de 1.3 a 0.1 mg C m⁻³ h⁻¹.

Palabras clave: Series de tiempo, hidrodinámica, hidrología, Golfo de California.

OCE-43

ATENUACIÓN HORIZONTAL Y PROFUNDIDAD DEL DISCO DE SECCHI COMO ESTIMADORES DE LA ATENUACIÓN VERTICAL DE LUZ DIFUSA EN UNA LAGUNA COSTERA

Montes Hugo Martín Alejandro y Alvarez Borrego Saúl
División de Oceanología, CICESE
Correo Electrónico: alvarezb@cicese.mx

Se relacionó la atenuación vertical de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), medida electrónicamente, con la profundidad del disco de Secchi, la profundidad de un disco horizontal negro, y las distancias horizontales de desaparición de esferas blancas y negras en una laguna costera del sur del Sistema de la Corriente de California (Estero de Punta Banda). El coeficiente de atenuación vertical (K_{par}) se calculó de los perfiles radiométricos de PAR. Las distancias verticales (Z_d) y horizontales (HS) se midieron con discos y esferas blancos (profundidad del Secchi o Z_{sd} , HS_w) y negros (Z_{bd} , HS_b). Se desarrollaron modelos empíricos para las relaciones K_{par} - Z_{sd} ($K_{par} = 1.47 Z_{sd}$ elevado a -1.13), K_{par} - Z_{bd} ($K_{par} = 0.98 Z_{bd}$ elevado a -1.26), K_{par} - HS_w ($K_{par} = 1.22 HS_w$ elevado a -1.14), y K_{par} - HS_b ($K_{par} = 0.73 HS_b$ elevado a -1.07). Puede ser que los parámetros de estos modelos no funcionen bien para otros cuerpos de agua porque sus valores dependen del rango de la reflectancia del agua en cada caso, como se reporta en la literatura. Esta es la primera contribución en que se reportan relaciones empíricas K_{par} -HS en un medio estuarino pero su aplicación pudiese estar limitada a esta laguna costera. Mientras que la metodología para construir estos modelos empíricos puede ser universal, se requieren mas datos para explorar la variabilidad de los parámetros entre diferentes cuerpos de agua.

OCE-44 CARTEL

OVERTURNING OF INCLINED TIDAL INTERNAL WAVE AT NARROW PACIFIC SHELF OF MEXICO

Anatoliy Erofeevich Filonov¹, Konstantin Vasilievich Konyaev² y Andreyev N.N.²

¹ Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: afilonov@ccip.udg.mx

² Andreyev Acoustics Institute, Rusia

Evolution and destruction of semidiurnal internal tidal wave at narrow shelf are discussed. The internal tide field at the shelf of Mexico is dominated by inclined wave about 30-km length, propagating upward and onshore along continental slope. The wave is fully destroyed over distance scales less than one wavelength. Vertical mode is not formed, the wave stays inclined even though it is reflected

from the bottom and from the surface of the Ocean. Due to wave reflection from the inclined bottom, the horizontal and vertical wavenumber increases three-fold when the wave goes into shallow water. The wave undergoes nonlinear transformation and overturns forming several homogeneous temperature layers up to 20 m thick. The most intense disturbances of water layers are observed close to the bottom due to near critical bottom tilt. Because of nonlinear effects, the wave carries cool deep water out to shallow water region and creates coastal upwelling. Intense solar warming-up together with vertical mixing leads to fast rising of temperature of the whole 130-m water layer observed.

OCE-45 CARTEL

CADENA AUTÓNOMA DE TERMISTORES PARA EL ESTUDIO DE LAS ONDAS INTERNAS EN EL LAGO SANTA MARÍA DEL ORO, NAYARIT

Filonov Erofeevich Anatoliy¹ y Gurrola Navarro Marco Antonio²

¹ Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: afilonov@ccip.udg.mx

² Depto. de Física, CUCEI, Maestría en Ciencias en Hidrometeorología, Universidad de Guadalajara

Con el propósito de estudiar los procesos termodinámicos que tienen lugar al nivel de la termoclina, en el Departamento de Física de la Universidad de Guadalajara se tomó la decisión de emplear una Cadena Autónoma de Termistores de diseño y fabricación propia. La cadena se fabricó con componentes electrónicos económicos. Cuenta con 10 termistores distribuidos uno cada 3 metros. Alcanza una resolución en las mediciones de temperatura de 0.02°C. Funciona en base a baterías. Toma muestras cada minuto y almacena los datos en memoria no volátil. Puede captar datos durante 90 días tomando muestras cada minuto. Los datos captados pueden trasladarse a una computadora mediante una interfase especial. Santa María del Oro es un lago de origen volcánico en el estado de Nayarit, México. Su profundidad promedio es de 46 metros. El lago presenta una fuerte estratificación de sus aguas durante la mayor parte del año, dando lugar a la presencia de una termoclina con un elevado gradiente de temperatura. En el presente trabajo se hace una breve descripción del diseño electrónico y construcción de la cadena, y se muestran los resultados del primer estudio de campo realizado con este equipo a lo largo de 60 días en el lago Santa María del Oro, describiéndose las características limnológicas del lugar. Se hace un análisis preliminar de los datos y se obtienen algunos resultados interesantes sobre la diferencia en los periodos de las ondas internas libres a diferentes profundidades.

OCE-46 CARTEL

CLIMATOLOGÍA DEL LA ALTURA DEL OLEAJE EN EL GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE DATOS DE ALTÍMETRO DE LOS SATÉLITES ERS-1 Y ERS-2

Sánchez Barba Alejandro y Martínez Díaz de León Asdrubal
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
Correo Electrónico: jandosanchez@hotmail.com

Las fuerzas más grandes que tienen que resistir las estructuras oceánicas o costeras, desde las plataformas petroleras hasta las estructuras de protección costera, como espigones o rompeolas, son producidas por las olas. Nuestro conocimiento de la climatología del oleaje depende principalmente de observaciones in-situ de las características de las olas, un ejercicio estadístico con poco o nada de

física, por lo que depende en gran medida de la calidad y cantidad de información de oleaje disponible. Hasta hace algunos años uno de los principales problemas en el estudio de la climatología del oleaje, para determinada zona en particular, era la imposibilidad de contar con series largas de la altura del oleaje. La medición de oleaje en escalas globales generada mediante el uso de altímetros a bordo de satélites actualmente permite establecer la climatología del oleaje prácticamente para cualquier región oceánica o costera. En este trabajo se utiliza la información de la altura significativa del oleaje generada por los altímetros a bordo de los satélites ERS-1 y ERS-2, de diciembre de 1992 a diciembre del 2002, para estudiar la climatología del oleaje en el Golfo de California. Para su análisis el Golfo de California es dividido en regiones de un grado por un grado y la información de la altura del oleaje en cada cuadrángulo es analizada de manera individual. La climatología del oleaje se discute en función de un análisis estadístico que distingue escalas de tiempo inter-anual, anual, estacional y mensual. El análisis estadístico incluye el ajuste de funciones de distribución de probabilidad y un análisis de valores extremos. Entre otros, los resultados indican que en promedio la altura significativa del oleaje en el Golfo, durante el periodo de tiempo considerado, fue de 0.83 m con una desviación estándar de 0.56 m y una altura máxima registrada de 4.84 m. En general, la distribución de probabilidad teórica que mejor ajusta los datos resultó ser la de Fisher-Tippett I (Gumbel), lo que predice periodos de retorno a 50 y 100 del orden de 4.90 m y 5.40 m respectivamente.

OCE-47 CARTEL

HIDRODINÁMICA DE DOS LAGUNAS COSTERAS

Ramírez Aguilar Isabel y Coronado Méndez César Alfonso
Depto. de Oceanografía Física, CICESE
Correo Electrónico: iramirez@cicese.mx

La Oceanografía de pequeña escala cercana a la costa presenta un reto a la investigación debido a la complejidad de la interacción entre los mecanismos que forzan la hidrodinámica. Al ser un sistema no-lineal, hace de esta disciplina una disciplina altamente observacional. El avance de la tecnología de instrumentación permite en estos días muestrear la pequeña escala con la resolución espacial y temporal necesaria para identificar y cuantificar el aporte energético de cada una de las variables que involucran la hidrodinámica.

El desarrollo reciente de los modelos numéricos y computación han permitido conocer el sistema costero en una escala sinóptica donde difícilmente se podría medir todo el movimiento.

Se presentan mediciones y resultados de simulaciones numéricas en dos lagunas costeras con diferentes características dinámicas. El Estero de Punta Banda, es una laguna costera con un eje principal de 7 kms, con aporte de aguadulce solo en la época de invierno. Dinámicamente es una laguna parcialmente mezclada con una circulación estuarina bien identificada. La temperatura del Estero de Punta Banda esta mas correlacionado a la temperatura de la Bahía de Todos Santos que con el calentamiento solar. Laguna Ojo de Liebre, es una laguna costera con un eje principal de 70kms con una fuerte evaporación en la cabeza de la laguna y comunicada con un pequeño estero en el interior. Laguna Ojo de liebre es una laguna bien mezclada que presenta una estratificación horizontal. La turbidez de la laguna muestra zonas de turbulencia asociadas a altas concentraciones de clorofila-a.

Sesión

Riesgos y Peligros

Lunes 3

SALA "D"

RP-1

ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN LA POBLACIÓN DE SAN SEBASTIÁN RETALHULEU, GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA

Barillas Cruz Edy Manolo¹, van Westen Cees², Orozco Elfego³, Thonon Ivo⁴, Lira Prera Estuardo Enrique¹, Peters Guarín Graciela² y Tax Pedro⁵

¹ USGS, Oficina Regional para Centro América
Correo Electrónico: embarillas@intelnet.net.gt

² International Institute for Geo-information Sciences and Earth Observation

³ Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala

⁴ Facultad de Ciencias Geográficas, Universidad de Utrecht, Los Países Bajos

⁵ Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala

Se realizó el análisis de amenazas naturales por inestabilidad de laderas, inundaciones, flujos piroclásticos y lahares para cuantificar el impacto que estos fenómenos tienen sobre las más de 300,000 personas que habitan la región. La dinámica geo-hidrológica de la cuenca del río Samalá (1,500 km² de superficie) y del complejo volcánico Santa María-Santiaguito provoca la ocurrencia periódica de oleadas y flujos piroclásticos, lahares e inundaciones repentinas (flash floods) que ocasionan impactos directos sobre la infraestructura básica (Carretera Panamericana y Puente "Castillo Armas"), centros poblados (principalmente San Felipe, San Sebastián y Retalhuleu) y en general, sobre la actividad agrícola y ganadera de la región.

Para la determinación de las planicies de inundación del río Samalá se utilizó el método clásico de cálculo de caudales máximos a partir del procesamiento de series de datos históricos del propio río o cuencas vecinas. Los caudales para períodos de 100, 50, 25 y 10 años se utilizaron para un modelado espacial por medio del programa HEC-RAS. Se logró determinar que las crecidas máximas del río Samalá no afectan directamente a San Sebastián, en comparación con los daños que le ocasionan otras corrientes menores, pero que si pueden provocar enormes daños sobre la Carretera Panamericana.

El análisis de la inestabilidad de laderas se realizó en la sub-cuenca del río Nimá I por considerar que es una de las mayores fuentes de detritos para la formación de flujos de lodo que luego son encausados al río Samalá. Se utilizó un modelo semi-determinístico bajo ambiente SIG llamado Catch el cual simula el comportamiento de las laderas bajo parámetros hidrológicos y geo-mecánicos que intervienen durante la ocurrencia de deslizamientos. Apparently, las mayores inestabilidades en la sub-cuenca no suceden durante la ocurrencia de un fenómeno extremo como el ocurrido en 1998 (Huracán Mitch), sino es más importante el comportamiento de la lluvia en períodos anteriores.

Finalmente, se utilizó el modelo del "Cono de Energía" para determinar las zonas afectadas por flujos piroclásticos en los alrededores del Volcán Santiaguito a partir de ecuaciones que relacionan la altura teórica de la columna eruptiva, energía de colapso, configuración topográfica del terreno y ubicación del cráter. A pesar que los grandes centros urbanos no serían afectados directamente por

columnas de hasta 2,500 m de altura se considera que al menos 120 centros poblados menores podrían experimentar algún impacto directo o indirecto.

Al mismo tiempo, se determinaron los niveles de riesgo en el poblado de San Sebastián ante inundaciones como las ocurridas durante el Huracán Mitch. Se realizaron entrevistas directas a pobladores afectados por dicho evento en las cuales se investigó el daño causado a la vivienda y su contenido, la altura del nivel de agua y otros parámetros de calidad de la construcción y factores socio-económicos. El resultado de la integración de estos parámetros por medio de curvas de vulnerabilidad demuestra que para este tipo de eventos se pueden esperar pérdidas combinadas de hasta \$10 mil/vivienda, principalmente por los daños esperados en los contenidos de las viviendas más que en la edificación en sí.

RP-2

RIESGO-VULNERABILIDAD A INUNDACION POR TSUNAMIS EN LA COSTA DE COLIMA Y SUR DE JALISCO

Farreras Sanz Salvador y Ortiz Figueroa Modesto
CICESE

Correo Electrónico: sfarrera@cicese.mx

Con el propósito de proporcionar información científica que permita disminuir la vulnerabilidad de la población, las obras materiales y los servicios públicos en la costa de Colima y sur de Jalisco, evaluando las extensiones y alturas de inundación probables que causarían, se simulan en computador tsunamis locales de origen sísmico generados en la adyacente Fosa Mesoamericana.

Su origen se describe como perturbaciones en el agua del océano producidas por dislocaciones del fondo causadas por sismos. Se usa teoría de ondas lineales en aguas profundas y no lineales en aguas someras para su propagación e interacción con la costa. Las ecuaciones diferenciales se resuelven mediante un algoritmo numérico de diferencias finitas centrales explícitas.

Las costas mencionadas son asiento de zonas urbanas densamente pobladas, incluyendo desarrollos turísticos, comunidades pesqueras, e instalaciones portuarias, navales, industriales y de almacenamiento de combustible, ubicadas en: Bahía Manzanillo, Bahía Santiago, Bahía Navidad, Bahía Tenacatita, y Bahía Chamela, principalmente. Se identificó las áreas expuestas a riesgo recopilando información topográfica, batimétrica, aerofotogramétrica y urbana, e identificando en prospecciones de campo las características de los desarrollos, la configuración costera y los perfiles de cantiles y playas.

Se seleccionó 2 casos de tsunamis representativos de riesgo menor y medio para esta zona. Se simuló en computador el segundo de ellos, determinando las extensiones horizontales máximas de inundación y las alturas máximas de ola esperables. Con ésto se elaboraron mapas de inundación zonificados para diversas comunidades, incluyendo recomendaciones sobre planificación urbana, patrones de usos del suelo, redistribución de población, estructuras y servicios, y posibles rutas de evacuación y zonas de refugio. Se proporciona esta información a las autoridades para la elaboración de los planes de contingencia que permitirán prevenir, reducir el impacto y disminuir la vulnerabilidad a futuros tsunamis.

RP-3

ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE URUAPAN MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo¹, Garduño Monroy Víctor Hugo²,
Aguirre González Jorge¹, Mijarez Arellano Oracio¹ y Arreygue
Rocha Eleazar²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

Correo Electrónico: RVazquezR@iingen.unam.mx

² Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

El Estado de Michoacán forma parte de una de las zonas con mas alta sismicidad de nuestro país, donde se han generado sismos históricos de más de 8.0 grados de magnitud (Jara J.M., Sánchez A. R., 2001). Al realizar una recopilación histórica con datos que se remontan a 1882 se encontró que en el estado, se tienen tres fuentes potenciales de generación de sismos:

Los generados por la actividad volcánica (Jorullo 1759, Parícutín 1943).

Tectónicos. 1) Subducción: sismos producidos por al Placa de Cocos (p.e.1979, M 7.4 y 1985 ,M 8.1). 2) Intraplaca: son producto de la subducción pero con epicentro dentro de la placa continental, son sismos pequeños y a grandes profundidades donde la placa comienza a fundirse. Fallas Locales. Puesto que los sismos producto de las fallas locales son focos superficiales, esto provoca que la energía liberada, producto de un evento de este tipo, incida directamente (Falla de Acambay 1912). Y eventualmente los artificiales (construcción de presas).

Por lo cual es importante tener conocimiento de como se va ha comportar el suelo ante un evento sísmico, ya que en la actualidad no se conocen los parámetros de seguridad de riesgo sísmico de cada ciudad, por lo que, los reglamentos de construcción se basan en el establecido para la ciudad de México.

En el presente trabajo se presenta una propuesta de Microzonificación sísmica usando el método de Nakamura.

Para la ciudad de Uruapan se realizaron mediciones de microtemores usando sensores Guralp de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 18 arreglos en forma de triángulos equiláteros, procurando cubrir toda la ciudad, y al mismo tiempo tener el mayor número de registros posible. Se instalaron también dos acelerómetros K2 que se ubicaron: en dos tipos de suelo, uno en roca y otro en suelo blando. Estos acelerómetros se quedaron instalados durante un mes, dentro del cual se logro registrar un evento sísmico que fue de gran apoyo para este trabajo de investigación. Con estos registros se calcularon los cociente espectrales (H/V) y funciones de transferencia entre la estación en suelo blando y la estación en roca. Una vez procesados los resultados de los cocientes espectrales de microtemores y los cocientes espectrales del evento, junto con la función de transferencia de Fourier de dicho evento, se pudieron observar las frecuencia pico en los cocientes espectrales de microtemores alrededor de $f = 4.8$ Hz., y periodos máximos de alrededor de $T = 0.6$ seg. y un mínimo de $T = 0.10$ seg. Con estos valores de frecuencias y de periodos se elaboro la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Uruapan Michoacán con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

RP-4

GEOLOGÍA REGIONAL Y PELIGROS GEOLÓGICOS EN JALISCO: AMECA Y CHAPALA CASOS DE ESTUDIO

Rosas Elguera José¹, Valdivia Ornelas Luis², Castillo Aja Rocio²
y Santana José L.³

¹ CUCEI, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: jrosas@ccip.udg.mx

² CUSCH, Universidad de Guadalajara

³ CUVALLES, Universidad de Guadalajara

Aunque los peligros pueden ser muchos mas, en el Estado de Jalisco los peligros geológicos generalmente son vistos desde el punto de vista sísmico (tectónico) y volcánico. Sin embargo, la sismicidad además de provocar daños por si misma es posible que acelere procesos relativos al hundimiento de determinadas áreas o contribuya al deslizamiento de masas. Tanto Ameca como Chapala pertenecen a una serie de depresiones tectónicas (rifts Tepic-Zacoalco y Chapala, respectivamente) que caracterizan el occidente de México.

La ciudad de Ameca se localiza en el semigraben de Ameca que forma parte del rift Tepic-Zacoalco cuya dirección es NW-SE que es la misma que guardan los volcanes mayores y cineríticos que existen en la región. Evidencias de fallamiento activo (sismicidad) a lo largo de esta estructura se han dado en los semigrabenes de Amatlan de Cañas y Zacoalco. Al igual que Ameca, la ciudad de Chapala está asentada en sedimentos lacustres. Esta ciudad se ubica en la margen norte del rift de Chapala, éste está controlado por fallas normales de dirección E-W. Aunque no hay actividad sísmica histórica reportada de manera particular para esta área, si existen evidencias que sugieren un tectónica activa.

La región de Ameca ha sido afectada por la actividad sísmica en tiempos históricos (1567). Con el sismo de Manzanillo de 1995 (Mw = 8.0), se recrudecieron los daños al área urbana en la ciudad de Ameca. Nuestro análisis de Modelos de Elevación Digital del terreno sugieren la presencia de estructuras cuya dirección NW-SE coincide con la de las estructuras mayores a lo largo del rift Tepic-Zacoalco. Se trata de pequeños grábenes de menos de 2 km de longitud y menos de 10 m de salto vertical que cruzan la ciudad. Cuando se hace un mapeo del área dañadas posible demostrar que tiene una tendencia subparalela a la dirección de estas estructuras.

Las afectaciones a la viviendas en la ciudad de Chapala ha sido un problema desde hace mas de 20 años. En esta ciudad las afectaciones ha sido tanto a viviendas como a las vías de comunicación, particularmente la carretera que une Chapala con Ajijic. La distribución de los daños en Chapala es a lo largo de una franja de dirección E-W.

A manera de conclusión, nuestras observaciones demuestran que los patrones estructurales tanto en Ameca como en Chapala parecen tener un fuerte control en la distribución de las viviendas afectadas

RP-5

ATLAS DE RIESGOS DE LA ZONA URBANA DE ZAPOPAN

Valdivia Ornelas Luis, Castillo Aja Rocío, García Becerra Enrique, Corona Morales Nestor, Canchola Pantoja Gybram J., Muñiz Jauregui Jesús Arturo, Ortega Minakata Ana Teresa, Ruiz Montes Iris Lillian, Quiroz Hernandez Marcela Livier y López Ramirez David
 Universidad de Guadalajara
 Correo Electrónico: ar2muz@hotmail

El atlas de riesgo fue resultado de un convenio de colaboración entre la Universidad de Guadalajara y el Ayuntamiento de Zapopan con el objeto de delimitar y cartografiar algunos fenómenos naturales que están causando riesgos en la zona urbana del municipio, con el objeto de coadyuvar a la toma de decisiones de las diferentes dependencias involucradas en el proceso de planeación urbana y en protección civil.

La zona urbana de Zapopan, tuvo un crecimiento importante durante las décadas de los años 80 y 90, con la urbanización de la zona de Colomos (al norponiente) y Arenales Tapatíos (al poniente), ello incrementó considerablemente la frecuencia y magnitud de varios fenómenos peligrosos como las inundaciones.

Las inundaciones son un problema recurrente en general para la zona metropolitana de Guadalajara. El crecimiento urbano ocasiono un cambio importante en el coeficiente de escurrimiento de las seis microcuencas, que para los años setenta era en promedio de 0.4, así también la urbanización ocasionó la desaparición, el relleno, la modificación del trazo, así como la invasión de los cauces. Se dio el fenómeno de acondicionar terrenos topográficamente irregulares a la urbanización mediante rellenos con basura o escombros, esto junto con la presencia de humedad está generando hundimientos, que se aceleran por fugas de agua de la red hidrosanitaria, en otras ocasiones por la presencia de agua hipodérmica.

Los hundimientos es un problema importante ya que existe un subsuelo donde hay cambios verticales importantes en la granulometría, con el patrón de precipitación caracterizado por ser torrencial, produce una saturación rápidamente el suelo.

En la caracterización climática se utilizó el método de Gumbel, dio datos, como por ejemplo: lluvias intensas de 60 mm/h tienen un período de recurrencia de 3 años. El fenómeno de saturación conjugado con un subsuelo poco consolidado dispara un proceso geomorfológico que forma las llamadas galerías de sufusión.

Las amenazas mencionadas anteriormente existe otra variable que determina el peligro, esta es la vulnerabilidad. Se obtuvo a partir de características demográficas, socioeconómicas y de viviendas.

Un 23.6% de la población (3581.9 ha) tiene una vulnerabilidad social alta no solo una colonia popular esta en un área inestable, sino que, también áreas residenciales se ha construido en zona de peligros. Tanto que existe un 31.6 % de las viviendas con una vulnerabilidad alta representadas en 4787 hectáreas, en donde el tipo de construcción, su capacidad económica y densidad de población es diferentes; esta marcada desigualdad en las condiciones materiales de vida, genera una capacidad diferente de recuperación a un desastre.

El manejo de la información se llevó a cabo en sistemas de información geográfica, en este caso ILWIS para la creación de MDT y vistas 3D, así como Arc View, con el fin de integrar la información y contar con bases de datos, tener utilización eficiente de las mismas y poder proporcionársela a las diferentes dependencias del municipio con fines de consulta y actualización.

RP-6

ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO PARA LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Malagón Montalvo Arturo¹ y Zamudio Zavala Pablo Enrique²

¹ Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: malagón_arturo@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Guadalajara

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se localiza dentro de un contexto geológico estructural, que implica un gran potencial sísmico de diferentes fuentes sismo-genéticas, que se han determinado con base a los registros históricos y a la escasa información instrumental con que se cuenta.

El registro de sismos históricos data desde el año de 1568, con testimonios de eventos que se han generado en el estado., algunos de los más representativos por sus características se han generado en los años de 1875 (ocasionó efectos destructivos en San Cristóbal de la Barranca), 1911 (destructor en Ciudad Guzmán), 1912 (muy fuerte en Guadalajara), 1932 y 1995 (graves daños en las Costas de Jalisco y Colima).

La naturaleza de los sismos varía de una región a otra, en frecuencia de ocurrencia, mecanismo de falla, magnitudes máximas y condiciones específicas de la zona. De los catálogos de sismos históricos, de la actividad instrumental reciente y de los estudios geológicos, se deduce que hay tres fuentes principales generadoras (zonas sismo - genéticas) de sismos que inciden en la ZMG, que son las siguientes: La traza del río Santiago, aproximadamente a 5 Km de la ZMG, posiblemente sea el origen del sismo de 1875 (aunque actualmente se le atribuye a la zona de subducción; la zona de zacoalco, al suroeste del lago de Chapala, aproximadamente a 50 Km en línea recta de la Ciudad de Guadalajara; la zona de subducción en el Pacífico Mexicano frente a las costas de Jalisco y Colima.

El riesgo debido a la actividad sísmica en la ZMG, y especialmente en donde se encuentra ubicado el centro de la ciudad de Guadalajara, se ha evaluado desde un punto de vista determinístico, para conocer y ubicar las estructuras geológicas activas tanto regionales como locales y establecer la posibilidad de ocurrencia de sismos de magnitud considerable, que pueden ocasionar efectos destructivos en la ZMG.

Pero no sólo es la subducción la causante de sismos en el estado de Jalisco y particularmente en la ZMG; si bien los sismos en el interior de la placa son menos frecuentes y de magnitudes generalmente menores que los temblores de subducción, estos ocurren hacia el interior del continente, cerca de las ciudades, generando grandes intensidades. A este respecto podemos mencionar por ejemplo, sismos ocasionados en la traza del río Santiago y la Caldera de la Primavera.

De la recopilación de eventos históricos e Instrumentales, obtenidos de los catálogos existentes, se seleccionaron los sismos de mayor importancia y que causaron efectos en la ciudad de

Guadalajara. A partir de la distancia del centro histórico de Guadalajara a la falla en cuestión, magnitudes estimadas y utilizando diferentes relaciones de atenuación (Campbell y Bufaliza), se calcularon aceleraciones máximas en roca de sismos (con magnitudes de 6.0, 7.5 y 8.4 grados en la escala de Richter) que pueden percibirse en el centro de la ciudad de Guadalajara

Utilizando la relación de Bufaliza se obtuvo una aceleración de 0.044 g para un sismo de 7.5 a una distancia de 200 Kilómetros aproximadamente. Y una aceleración de 0.131 g para un sismo de 7.5 grados a una distancia de 60 Kilómetros. Es importante mencionar que no se considera efecto de sitio y es parte de un estudio posterior.

RP-7

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA DE ATENQUIQUE DEL COMPLEJO VOLCÁNICO VOLCÁN-NEVADO COLIMA, COMO INSUMO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS POR FLUJOS DE DETRITOS

Suárez Plascencia Carlos¹, Núñez Cornú Francisco² y Díaz Torres José de Jesús¹

¹ Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: csuarez@cencar.udg.mx

² SISVOC, CUC, Universidad de Guadalajara

El Complejo volcánico Volcán-Nevedo Colima (CVVNC), localizado en el occidente del país, presenta una altura relativa sobre el Valle de Zapotlán de 2800 m, la cuenca de Atenquique se ubica en el sector oriental del CVVNC y tiene una forma de embudo alargado con dirección oeste-este, con su cabecera a 4260 msnm y su desembocadura en el Río Tuxpan a 1040 msnm. La pendiente promedio en el sector de montaña es del 44° y en el piedemonte del 10°. La cuenca de Atenquique se integra por cinco subcuencas, que dan una superficie total de 81.8624 Km². Su red fluvial es de tipo dendrítica, en donde las corrientes de primer orden alcanzan un 82.99%, en tanto las corrientes de segundo orden cuentan con un 13.40% del total, estos valores nos muestran que la mayor parte de las vertientes de la cuenca tienen valles de incipiente desarrollo y de alta pendiente. Estas corrientes de primer y segundo orden son capturadas por los arroyos, Dos Volcanes, El Seco y Atenquique de tercer y cuarto respectivamente, los dos primeros capturados por el último en la parte media y baja de la cuenca.

Después del sismo de Armería del 21 de enero del 2003, la dinámica geomorfológica de la cuenca se aceleró, a través de la inestabilización de los escarpes litológicamente formados por la avalancha de escombros y depósitos de tobas, formando una serie de constantes derrumbes y deslizamientos de diferentes volúmenes a lo largo y ancho de la cuenca. Ello fue observado en el vuelo de reconocimiento efectuado el 16 de mayo del 2003. Este material ha sido depositado en los talwegs de los arroyos principales, lo que ha generado su obturación. Este actual escenario puede generar en el corto plazo flujos de detritos como los ocurridos en octubre de 1955, los cuales destruyeron gran parte de la localidad de Atenquique, y en la que actualmente se desarrolla una importante actividad de tipo industrial con la Fabrica de Papel, localizada junto con la localidad en las cercanías de la desembocadura del arroyo Atenquique con el Río Tuxpan.

Para el análisis se utilizó la cartografía digital del INEGI, escala 1:50000. manipulándola en el programa AutoCAD. Una vez realizada esta acción, se exportó al SIG IDRISI 32 donde se crearon los MDT y el mapa pendientes, reclasificando este en un mapa de pendientes críticas. Posteriormente se realizó el análisis hidrológico, con el fin de determinar el volumen de los escurrimientos en la cuenca, para ello se utilizaron datos de lluvias proporcionados por la CNA y por la estación meteorológica de la Base Bravo Néctar de la Unidad Estatal de Protección Civil Jalisco ubicada en el CVVNC a 4000 msnm.

Los resultados podrán ser utilizados por la Unidad Estatal de Protección Civil, la Secretaría de Desarrollo Urbano y la Dirección de obras públicas del municipio de Tuxpan, a fin de que se incorporen dentro de sus planes de desarrollo urbano, y con ello reducir los riesgos por flujos de detritos en la localidad de Atenquique.

RP-8

MICROZONACIÓN DE PERIODOS DOMINANTES DEL SUELO EN LOS PRINCIPALES CENTROS URBANOS DE BAJA CALIFORNIA

Ibarra Torúa Gema Karina y Acosta Chang José Guadalupe
CICESE

Correo Electrónico: gkibarra@cicese.mx

Las estructuras civiles son dañadas en mayor medida por los movimientos sísmicos cuando el período fundamental del edificio o la estructura es similar o igual al período dominante del movimiento del suelo donde se encuentra desplantada. Para incrementar la seguridad de los diseños antisísmicos de estructuras nuevas o de los reforzamientos de estructuras ya existentes, resulta primordial la elaboración de mapas de microzonación del período dominante, tanto dentro de las manchas urbanas, como en aquellas áreas con altas posibilidades de desarrollo urbano futuro.

Se evalúa el efecto de sitio mediante microtemores (vibración ambiental), sobre mediciones puntuales realizadas en los centros urbanos más importantes de Baja California; Tijuana, con más de 90 puntos, Mexicali, con más de 30 puntos, Ensenada con más de 80 puntos, y finalmente la ciudad de Tecate, con más de 20 puntos.

Las mediciones realizadas en las cuatro ciudades, se registraron en una grabadora Kinematics SSR-1. En Tijuana y Ensenada se utilizaron sensores de velocidad, modelos SV-1 y SH-1 de período intermedio, mientras que para Mexicali y Tecate sensores WR-1 de aceleración con respuesta entre 0.10 y 20 Hz., ambos de la misma marca. El tiempo de observación en cada sitio fue de 180 segundos.

Para el cálculo del período dominante, se extraen varias ventanas de 40 segundos de las series de tiempo de cada componente, N-S, Vertical y E-O, en las cuales se eviten lo más posible los picos falsos producidos por actividades ajenas a las mediciones de ruido. Se toma el promedio de cada una y se obtiene el espectro de Fourier, finalmente se calculan los cocientes de los espectros promedios, de la componente horizontal entre la componente vertical, tal como lo establece la técnica de Nakamura (1989).

Se presentan mapas de isoperíodos como características básicas del efecto de sitio. Esta información es de importancia en la determinación de nuevos criterios de diseño antisísmico para considerarse en el reglamento de construcción de Baja California.

RP-9

GROUND SHAKING SCENARIO FOR THE XALAPA CITY, VERACRUZ MEXICO; AND THE 1920 MW=6.4 XALAPA EARTHQUAKE INFERENCES

Fernández Ramírez Sixto, Jimenez Fernández Eduardo y Uribe Carvajal Antonio

Comision Federal de Electricidad
Correo Electrónico: sixto.fernandez@cfe.gob.mx

The seismological studies carried out in order to understand the tectonic setting and the seismic risk involved in the area of Xalapa are reviewed.

The area is characterised by frequent low energy seismic activity. Although, in the January 1920 a destructive earthquake (MW=6.4) occurred in the Xalapa area, about 30 km from the City. We recorded background sismicity from 1986 to 2001 in the neighborhood of the intraplate Xalapa earthquake of 1920. Seismic activity occurs as brief earthquake bursts and scattered single events within the area of study. Two well defined zones can be defined, the Xico and the Chilchotla areas. The last of these correlate with the damage area originated by the Xalapa earthquake. To obtain the geometry of the source, we used intensity data in order to constrain the essential characteristics of the seismic source. A focal mechanism was obtained, It resulted with an NW-SE orientation that is in agreement with the orientation of the observed geological structure lineaments. We applied a stochastic method (FINSIM code) to simulate the strong ground motion characteristics associated with the 1920 Xalapa earthquake, in this approach, the ground motion is simulated as a summation of several stochastic point sources, different rupture processes with the previously inferred fault plane were simulated. The map of mean values of computed PGA shows an NW-SE alignment in accordance with the macroseismic data. As a further exercise, we also computed the response spectra in different zones the Xalapa city then compared it with other works.

Key words: strong motion, intensity, seismic source focal, mechanism.

RP-10

CONFIGURACIÓN GEOGRÁFICA DE DAÑO SÍSMICO ESPERADOS EN ESTRUCTURAS TÍPICAS DEL VALLE DE MÉXICO ANTE DIVERSOS EFECTOS DE FUENTE, TRAYECTO, SITIO E INTERECCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

Pérez Rocha Luis Eduardo¹ y Aviles López Javier²

¹ Centro de Investigación Sísmica, A.C.

Correo Electrónico: perezrocha63@hotmail.com

² Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Mor., México

Se presenta un método que permite visualizar las intensidades sísmicas que se esperan, tanto en la superficie del terreno, como en estructuras típicas del Valle de México, ante la acción de grandes temblores. Este se basa en desarrollos semiempíricos, que se han optimizado con el propósito de explorar la gran variedad combinaciones que se tienen al examinar los efectos de fuente, de trayecto y de sitio comunes en el valle. También se ha hecho uso de criterios simplificados para considerar los efectos de interacción suelo-estructura. El propósito es identificar las combinaciones que pongan en peligro a las estructuras de la ciudad. Para ello, se

formulará un algoritmo basado en la equivalencia lineal de osciladores elastoplásticos y en relaciones empíricas entre respuestas elásticas e inelásticas, con el interés de inferir un índice de daño en que se toma en cuenta la demanda de ductilidad y la disipación de energía histerética durante ciclos de carga superior a la fluncia estructural.

Esta investigación se apoya en desarrollos iniciados hace más de 10 años. Desde entonces se buscó obtener resultados útiles para la ingeniería práctica. Las experiencias en esta materia han sido favorables. En la mayoría de los casos, se ha captado el interés por conocer la respuesta sísmica en sitios arbitrarios de la Ciudad de México. Con menor frecuencia, se han suministrado mapas de intensidad sísmica en la superficie del terreno o, particularmente, para algún periodo estructural. Además de permitir valorar el poder predictivo de la formulación empleada, estas oportunidades han enriquecido el esquema empírico con la aportación de datos geotécnicos y registros sísmicos. Para este trabajo, se ha preparado un código que permite explorar las gran variedad de escenarios que se tienen al examinar parcialmente los efectos ya identificados, es decir, los efectos de la fuente, el trayecto, el sitio y la interacción entre el suelo y la estructura.

RP-11

ROCAS PRECARIAS COMO INDICADORAS DEL MOVIMIENTO DE TERRENO DURANTE EL TEMBLOR DE SAN MIGUEL, BAJA CALIFORNIA, M = 6.7 DEL 9 DE FEBRERO DE 1956

Suárez Vidal Francisco¹ y Brune James²

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: fsuarez@cicese.mx

² Seismological Laboratory, University of Nevada, Reno

El Temblor de San Miguel de M = 6.7 ocurrido el 9 de febrero de 1956, generó deslizamiento superficiales de ½ m de la falla de san Miguel a lo largo de 30 km. La litología dominante a ambos lados de la falla es de una granodiorita-tonalita. La existencia de un sin número de afloramientos de estas rocas ígneas a distancias cortas a ambos lados de la falla ofrece la posibilidad de estudiar rocas precarias que se pueden balancear y que aprovechando esa particularidad, proveen constreñimiento del movimiento del suelo cercano a la falla de san Miguel durante el temblor del mismo nombre en febrero de 1956. Cualquier remanente de rocas precarias cercanas a la falla resistieron al temblor del 56. Los autores no conocen de cualquier otro ejemplo en la que rocas cristalinas someras afloren a ambos lados de una falla que pueda producir temblores de tan alta magnitud. En tal ambiente tectónico es de esperar que el efecto de una baja atenuación, resulte en una buena transmisión de energía a altas frecuencias en distancias largas; pero la alta rigidez de las rocas cristalinas disminuye el movimiento del suelo cerca de la fuente. La intensidad del temblor de 1956 fue consistente con lo anterior i. e., usualmente sucede a largas distancias, e.g., en San Diego, pero no muy cerca al epicentro.

La estimación del movimiento del suelo para el temblor de 1956 constreñido por las rocas precarias es generalmente por debajo de la mediana predicha por las recientemente publicadas curvas empíricas de atenuación; pero se es consistente con las curvas para cuencas que tienen como uno de los parámetros a considerar la profundidad extrapolada a cero. Es posible que las rocas cristalinas en la vecindad de la falla de San Miguel sean de alguna forma más rígidas (velocidades sísmicas más altas) que aquellas que se consideran como rocas duras en las curvas empíricas de atenuación, lo cual puede ser un factor que explique la discrepancia; sin embargo, también puede

ser que dichas curvas están sobrestimada como resultado de una interpolación a distancias muy grandes en donde la mayor parte de las bases de datos están concentradas.

RP-12

GEOCHEMICAL PRECURSORS OF THE BIG EARTHQUAKES IN KAMCHATKA

Gordeev Evgenii¹ y Biagi Pier Francesco²

¹ Geophysical Service, Russian Academy of Sciences

Correo Electrónico: gord@emsd.iks.ru

² Department of Physics, University of Bari

The Kamchatka peninsula, located in the far east of Russia, is a geologically active margin where the Pacific plate subducts beneath the North American and Eurasia plates. This area is characterised by frequent and strong seismic activity (magnitudes up to 8.6) and epicentres are generally distributed offshore along the eastern coast of the peninsula. For many years, hydrogeochemicals have been sampled with a mean interval of three days to measure the most common ions in the groundwater of five deep wells in the Southern area of the Kamchatka peninsula. In the last decade, five earthquakes with $M \geq 6.5$ have occurred at distances less than 250 km from these wells. These earthquakes were powerful enough for them to be considered as potential originators of precursors.

In order to reveal possible precursors of these earthquakes we analysed the groundwater ion contents. The quasi-periodic annual variation was filtered out, together with other slow trends, and then we smoothed out the high frequency fluctuations that arise from errors in a single measurement. When examining the data, we labelled each signal with an amplitude greater than three times the standard deviation as an irregularity and we made a first attempt at defining an anomaly as an irregularity occurring simultaneously in more than one parameter at each well. In a second definition we used the existence of an irregularity occurring simultaneously in each ion at more than one well. Then, on the basis of past results world-wide and the time interval between the earthquakes observed, we chose 158 days as the maximum temporal window between a possible anomaly and the subsequent earthquake.

With the first anomaly definition we identified 6 anomalies with 4 possible successes and 2 failures. For the five earthquakes considered capable of producing precursors we obtained precursors in three cases. With the second anomaly definition we identify 10 anomalies with 7 possible successes and 3 failures and we obtain precursors in four of the five earthquakes. A schematic model explaining some aspects of the complex relationship linking earthquakes and ion content anomalies is also presented.

RP-13

IONOSPHERIC AND THERMAL PRECURSORS OF COLIMA EARTHQUAKE OF 22 JANUARY 2003

Pulinets Sergey¹, Leyva Contreras Amando¹, Bisiacchi Giraldo

Gianfranco², Giraolo Luigi³ y Singh Ramesh⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: pulse@geofisica.unam.mx

² Centro de Instrumentos, UNAM

³ IFAC-CNR, Firenze, Italy

⁴ Indian Institute of Technology, Kanpur, India

Recent experimental and theoretical studies have shown that anomalous variations of the electron concentration in the ionosphere appear several days before strong earthquakes ($M > 5$) over the area of impending earthquake. Statistical analysis for 10 years of continuous observations of ionosonde at Taiwan permitted to determine that these variations appear within the interval 1-5 days before earthquakes. The same result was obtained for the statistical analysis of GPS TEC for 20 strongest earthquakes ($M > 6$) at Taiwan. The theoretical model explains these variations as a result of electromagnetic coupling between the near ground layer of atmosphere and ionosphere. This coupling is due to anomalous electric field generated in the area of earthquake preparation which is generated due to plasmachemical ion-molecular reactions of ions created by radon alpha-activity.

To check the model and the previous results on Ionospheric precursors the data of two GPS receivers from INEGI network situated at Aguascalientes and Colima were analyzed. The strong anomalous increase of electron concentration was detected 4 days before the seismic shock on 18 of January. The applied statistical data analysis for all data raw for January 2003 demonstrated that this anomaly exceeds 2σ interval of deviation from the monthly median.

The developed recently model of seismo-ionospheric coupling demonstrates that due to attachment of water molecules to newly formed ions in near ground layer of atmosphere the amount of water vapor in atmosphere can sharply change in periods of earthquake preparation. It can lead to changes of latent heat flux used for the water evaporation and to violation of the thermal balance in the near ground atmosphere. The surface latent heat flux derived from the satellite remote sensing data was studied for the period of Colima earthquake. This parameters indicates the increase of SLHF before foreshocks and aftershocks of the Colima earthquake, as well as before the main shock. The largest maximum of SLHF is observed also on 18 of January as the Ionospheric precursor what supports the existing model of seismo-ionospheric coupling.

RP-14

LOS FLUJOS DE DETRITO DE MINATITLÁN Y ZACUALPAN, COLIMA

Arreygue Rocha Eleazar y Garduño Monroy Víctor Hugo

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

Correo Electrónico: arrocha@zeus.umich.mx

En la historia reciente del Estado de Colima se han presentado cuatro grandes ciclones, de los cuales los dos últimos son los que han golpeado severamente los poblados de Minatitlán y Zacualpan. En 1626, 1812, 1881 y 1959. Los dos últimos han tenido la particularidad de presentarse el día 27 de octubre.

El año de 1959, fue un año con eventos climáticos repetitivos ya que se registraron nueve eventos entre huracanes y ciclones. De los cuales cinco fueron localizados en las costas del Pacífico.

El poblado de Minatitlán se localiza a 50 km al Oeste de la ciudad de Colima y a 56 km de Manzanillo. Tiene una cuenca de 6 km² aproximadamente, con pendiente en su arroyo que van de los 35° a los 20°. El último evento que se presentó en esa zona dejó una gran destrucción donde la mitad del poblado quedó sepultado por el flujo de lodo y bloque, así mismo se reportó que entre muertos y desaparecidos sumaron 350 personas. No obstante este desastre, el poblado se volvió a edificar en el mismo sitio, con una población actual de 1400 personas.

Por otro lado el poblado de Zacualpan se localiza a 14 km al NW de la Ciudad de Colima y al Oeste del volcán de Fuego. Su cuenca tiene 13 km² aproximadamente y pendientes entre 30° y 15°. Entre el poblado y la montaña pasa el arroyo que lleva el nombre del poblado. El ciclón de octubre de 1959, produjo un gran flujo de detrito que escurrió por el arroyo Zacualpan, generando que todo el material transportado se depositara entre la montaña y el poblado, creando así una gran planicie que obstaculizó el arroyo en esta área, en la actualidad las autoridades han edificado el centro deportivo del poblado y dos escuelas más (un kinder y una escuela primaria).

Para poder conocer un poco sobre la dinámica de este tipo de eventos se están realizando pruebas mecánicas (límites, granulometrías y ángulo de fricción interna) de los materiales involucrados en las tres cañadas, además se están haciendo levantamientos topográficos (secciones transversales) con el objeto de poder calcular el volumen transportado en cada sitio, así como realizar los perfiles correspondientes. Otro factor importante que se está analizando es el clima, es decir las lluvias y la temperatura que se ha registrado en los últimos 50 años en la zona en estudio.

En este trabajo se presentarán los resultados hasta ahora alcanzados sobre un posible escenario de un flujo futuro.

Sesión

Sedimentología y Estratigrafía

Martes 4

SALA "B"

SED-1

CARTOGRAFÍA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA PUNTA COLORADA, ISLA SAN JOSÉ

Ruiz Geraldo Gabriela¹, Schwennicke Tobias¹, Umhoefer Paul J.², Ingle James C. Jr.³, Thompson Rebecca² y Del Margo Maya²

¹ Depto. de Geología Marina, UABCS

Correo Electrónico: gruz@uabcs.mx

² Department of Geology, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ

³ Geological & Environmental Sciences, Stanford University, Stanford, CA

Dos cuencas sedimentarias pliocénicas en la isla San José (sureste del Golfo de California) son remanentes de una cuenca mayor formada durante la etapa inicial de la apertura del golfo. Estudiamos la cuenca Punta Colorada (CPC) en el centro-este de la isla. Se limita contra tonalita del Cretácico por fallas marginales en la parte norte, centro-oeste y sur, y con una buttes unconformity en un enbahiamiento en el suroeste.

Se distinguen varias facies: conglomerado (C, > 700 m): para a ortoconglomerados depositados en abanicos aluviales, incluyendo también brechas de talud producidas a lo largo de fallas marginales activas. Arenisca y conglomerado (AC, ~200 m): areniscas y para a ortoconglomerados, depositados en ambientes marinos marginales de alta energía. Arenisca masiva (AM, > 30 m): areniscas homogéneas, variando de limosas a fangosas y parcialmente con conchas; reflejan un ambiente protegido, con condiciones de energía moderada (bahía). Arenisca estratificada (AE, > 300 m): limolitas, areniscas y areniscas coquinoideas, depositadas en un ambiente marino somero con sedimentación mixta. Arenisca coquinoide estratificada (ACE, ~ 50 m): areniscas pobre a moderadamente seleccionadas, con cantidades variables de shell hash y conchas; indican la influencia de fuertes corrientes de fondo. Fangolita (F, > 60 m): fangolitas y areniscas fangosas, formadas por abajo del nivel base de oleaje. Algunas delgadas intercalaciones arenosas hasta conglomerádicas son tempestitas. Calcarenita (CA, > 35 m): contiene fragmentos gruesos de conchas y es burdamente estratificada, depositada en un ambiente somero de energía moderada a alta, con alta producción de carbonatos. Conglomerado y arenisca (CAr, ~ 16.50 m): conglomerados y areniscas; un conglomerado basal es un depósito de playa, el resto se depositó en un ambiente fluvial.

La CPC muestra un complejo patrón vertical y lateral de facies, las estructuras son sin y post-sedimentarias (principalmente fallamiento). En la CPC, se distingue una etapa tectónica de subsidencia (facies C a F) y otra de levantamiento (facies CA y CAr).

La activación de fallas marginales resultó en la formación de depósitos de talud y abanicos aluviales (C). Con la continuación de la subsidencia, se formaron los depósitos marginales (AC) y en el suroeste de la cuenca, en un ambiente de bahía, se depositaron sedimentos homogéneos (AM). Las facies C, AC y AM se interdigitan y es evidente el tectonismo sin-sedimentario. La CPC se profundizaba y se depositaron sedimentos mixtos (AE). Al mismo tiempo, cerca y dentro del enbahiamiento en el suroeste, se depositaron sedimentos afectados por fuertes corrientes de fondo (ACE). Contemporáneamente, se depositaron rocas finas (F) en la parte más profunda de la CPC, alcanzando su máxima profundidad alrededor de 3.5-3.0 m.a. Las facies C a F son una sucesión de deepening upward.

La otra etapa de tectonismo, probablemente en el Plioceno Tardío, consiste en el cambio de subsidencia a levantamiento; el abrupto levantamiento comunmente produjo una disconformidad entre las facies antiguas y las más jóvenes. Entonces, las facies CA y CAr se depositaron en ambientes marinos someros hasta terrestres en una sucesión de shallowing upward, marcando una pausa en el proceso de levantamiento.

SED-2

ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA TERCIARIA DE ALTAR, SONORA, Y EVOLUCION DEL DELTA DEL RIO COLORADO

Pacheco Romero Martín¹, Martín Barajas Arturo¹, Espinosa Cardeña Juan Manuel² y Elders Wilfred³

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: amartin@cicese.mx

² Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³ Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Riverside, CA., USA

El norte del Golfo de California contiene cuencas marginales que fueron segmentadas y abandonadas durante la evolución del sistema de falla San Andrés-Golfo de California en el Plioceno. Un ejemplo es la Cuenca de Altar en Sonora, la cual contiene un importante registro sedimentario del delta del Río Colorado. A través de un convenio PEMEX-CICESE hemos tenido acceso a los datos originales de estudios geológicos y geofísicos de superficie y del subsuelo realizados por PEMEX en esta región. Presentamos un avance de un estudio encaminado a analizar la compleja estratigrafía de la Cuenca de Altar e inferir los rasgos estructurales que controlaron la sedimentación y su evolución geológica mediante el uso combinado de datos sísmicos, geológicos y de registros geofísicos de pozos.

La reconstrucción litoestratigráfica a partir del análisis de la respuesta de registros geofísicos (eléctricos, acústicos y radioactivos) de siete pozos y la información de estudios micropaleontológicos puntuales hechos por PEMEX permiten dividir la secuencia estratigráfica en tres unidades principales: 1) Una unidad de lodolitas marinas con microfauna autóctona de posible edad Mioceno Tardío a Plioceno Temprano que sobreyace directamente al basamento cristalino. 2) Una alternancia de lodos y areniscas con secuencias granocrecientes y granodecrescentes que sobreyace gradualmente a la unidad de lodolitas y que interpretamos como depósitos del frente deltaico y la planicie de mareas. 3) Una unidad de areniscas y conglomerados, con limos y lodos subordinados que definen electrofacies típicas de sistemas de canales entrelazados, más abundantes cerca del ápice del delta. Esta unidad la interpretamos como depósitos fluviales. Las unidades 2 y 3 contienen microfósiles re trabajados del Mesozoico procedentes de la cuenca del Río Colorado e intervalos de lodolita en la secuencia fluviodeltaica (unidades 2 y 3) que sugieren transgresiones debidas a cambios eustáticos del nivel del mar durante el Plioceno. El contacto abrupto de los lodos marinos (Unidad 1) sobre el basamento granítico indica una incursión marina generalizada previa al aporte masivo de sedimentos del Río Colorado durante el Plioceno.

En relación a la estructura, los datos de pozos indican un buzamiento gradual del basamento cristalino de ~5% en dirección norte-sur, con profundidades de 2.8 km a >5 km entre el ápice del delta y el sur de la Cuenca de Altar. Las líneas sísmicas en dirección N-S muestran la progradación del delta sobre los depósitos marinos que sobreyacen directamente a un basamento cristalino. Dos

secciones sísmicas transversales en la parte occidental de la cuenca muestran un basamento irregular con una pendiente general hacia el oriente de la cuenca. Sin embargo, las líneas sísmicas disponibles no permiten observar la estructura en la franja oriental de la Cuenca de Altar.

SED-3

ESTRATIGRAFÍA DE TERRAZAS MARINAS DEL PLEISTOCENO TARDÍO, LAS ÁNIMAS, BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Schwennicke Tobias¹, Lopez Forment Martha², Quintana Araiza Gabriela¹ y Hickman Carole S.³

¹ Depto. de Geología Marina, UABCS
Correo Electrónico: tobias@uabcs.mx

² University of California, Berkeley, Museum of Paleontology,
Berkeley, CA

³ University of California, Berkeley, Department of Integrative
Biology, Berkeley, CA

En la región de Las Ánimas, al oeste de la Bahía de La Paz, se encuentran extensos afloramientos de terrazas marinas. Afloran en mesetas con alturas entre 8 y 16 m y se extienden sobre una distancia de 14 km a lo largo de la costa. Realizamos un estudio cartográfico y estratigráfico detallado de la mayor parte de las terrazas.

Las terrazas sobreyacen a rocas volcánicas de las Formaciones El Cien y Comondú. Debido a un contacto basal irregular, el espesor de los depósitos varía de aproximadamente 10 m a menor de 1 m, incluso sobre distancias muy cortas. Una sucesión típica inicia con un conglomerado coquinoide basal (capa 1), gradando hacia arriba a arenisca fosilífera (capa 2). En varios afloramientos, las areniscas son limosas hasta fangosas. El contenido fosilífero y la abundancia relativa de los bioclastos varía de una localidad a otra. Predominan diversos bivalvos y gasterópodos; además, se encuentran echinodermos (*Encope* sp., *Diadema* sp.), rodolitos (*Lythopyllum* sp.) y fragmentos de coral. Generalmente, la bioturbación es abundante, dejando pocos relictos de estratificación. En muchas localidades, en la parte superior de la capa 2 aumentan los fragmentos de coral y transicionalmente encima se encuentran lechos extensos de coral (*Porites* sp., *Pocillopora* sp., *Astrangia* sp.), con espesores máximos de ~5 m (capa 3). Lateralmente, estos arrecifes pueden graduar hacia areniscas fosilíferas y rudstones arenosos de la parte superior de la capa 2. Sobreyaciendo a las capas 2 y 3, comunmente con un contacto marcado hasta erosivo, se encuentran areniscas fosilíferas y parcialmente conglomeráticas (capa 4), variando su espesor de <1 a >2 m. Entre los bioclastos abundan moluscos y rodolitos. Localmente se observa una burda estratificación cruzada (laminación de playa). Depósitos arenosos y comunmente poco consolidados de origen eólico (capa 5) del Pleistoceno Tardío o Holoceno sobreyacen a la capa 4.

Hacia oeste, se observa localmente la interdigitación con conglomerados contemporáneos de origen fluvial. Además, algunas localidades revelan la existencia de costas rocosas e incluso acantilados costeros.

Las depósitos de las terrazas se formaron en un ambiente costero durante un ciclo de transgresión y regresión en el Pleistoceno Tardío (subestadio 5e). En la etapa inicial de la transgresión, el mar inundó un relieve caracterizado por colinas y/o mesetas bajas y con arroyos; se desarrolló una morfología costera más variada que la costa actual en esta región. El retrabajamiento en la zona costera produjo depósitos

gruesos (capa 1). En bahías se desarrolló un ambiente marino somero con condiciones energéticas moderadas (capa 2). Al mismo tiempo, en algunas localidades existía un ambiente de playa frontal de alta energía (capa 2). Localmente se formaron bancos de abrasión y acantilados costeros. El ascenso del nivel del mar continuó, inundando partes más elevadas y transformándolas en bancos marinos donde se formaron sucesiones más reducidas. Se desarrollaron pocas bahías grandes. En esta etapa crecieron extensos arrecifes de coral (capa 3). Finalmente inició la fase regresiva y depósitos de playas de alta energía y terrestres (capas 4 y 5) cubrieron los depósitos anteriores.

SED-4

ESTUDIO PETROLÓGICO DE LA ALOFORMACIÓN HUIZACHAL, EN EL VALLE DE HUIZACHAL DEL ANTICLINORIO DE HUIZACHAL-PEREGRINA (RESULTADOS PRELIMINARES)

Rueda Gaxiola Jaime y Giner Solórzano Alma Edelwaiss
Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
Correo Electrónico: jaimerueda@compuserve.com.mx

En el núcleo del Valle de Huizachal, del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, aflora un cuerpo riolítico considerado como el basamento de la secuencia sedimentaria de este valle. Esta unidad fue descrita de forma general por Mixon et al. (1959) y Carrillo Bravo (1961). Sertesa (1984) y Meiburg et al. (1987), la designaron Serie Pre-Huizachal, considerándola triásica. Rueda Gaxiola et al. (1993) describieron la Aloformación Huizachal como la base del Alogrupo Los San Pedros, subyacente a la Aloformación La Boca (lechos rojos), dividiéndola en dos alomiembros relacionados genéticamente a diferentes etapas de la evolución de una fosa tectónica: el inferior denominado Río Blanco (formado por rocas volcánicas ácidas) y el superior denominado Volcanosedimentario.

Durante tres visitas al Valle de Huizachal, se han realizado secciones que permiten diferenciar varias unidades dómicas que constituyen al Alomiembro Río Blanco. En la sección expuesta en la nueva carretera de Juan Capitán a Chihue, está constituido por unidades tabulares casi verticales, diferenciadas por sus coloraciones, texturas y estructuras, observándose también el contacto discordante con los lechos rojos del Alomiembro Volcanosedimentario que le sobreyacen o lo interdigitan. Hasta ahora no se ha podido establecer si cada estructura dómica corresponde a un flujo de un domo exógeno o si se trata de domos independientes.

Llenando los espacios libres entre las unidades dómicas y cubriéndolas en su casi totalidad, se encuentra el Alomiembro Volcanosedimentario, constituido en su base por un conglomerado brechoide de color gris verdoso, cubierto por bancos de flujos de detritos fluviales de color café rojizo, que inician una secuencia de lechos rojos de casi 200 m de espesor.

El objetivo de este trabajo de investigación es realizar un modelo que explique el origen, edad y forma del cuerpo riolítico, así como de la unidad volcanosedimentaria, por medio de análisis petrológicos, geoquímicos y geofísicos, para relacionarlos con la evolución de la fosa tectónica que formó la cuenca de Huayacocotla-El Alamar y la presencia de hidrocarburos en ella. En este congreso se expondrán los resultados preliminares del estudio petrológico.

SED-5

ESTUDIO PETROLÓGICO DE LOS LECHOS ROJOS Y DE LAS ROCAS MARINAS DEL GRUPO ZULOAGA EN EL VALLE DE HUIZACHAL

Rueda Gaxiola Jaime, Xochipiltécatl Padilla Rosa Isela y Pinzón Salazar Teresa

Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
Correo Electrónico: jaimerueda@compuserve.com.mx

El Alogrupo Los San Pedros fue propuesto por Rueda Gaxiola et al. en 1993 e incluye los lechos rojos triásico-liásicos de las aloformaciones Huizachal y La Boca, que afloran en el Anticlinorio de Huizachal-Peregrina y que se encuentran en el subsuelo de la Cuenca de Magiscatzin. Este alogrupo corresponde al depósito continental al Norte de la Fosa de Huayacocotla-El Alamar, equivalente del marino Grupo Huayacocotla, aflorante al Sur en el Anticlinorio de Huayacocotla. La presencia de microfósiles marinos y glauconita, en intervalos delgados de lechos rojos del alogrupo, permitió considerar que hubo transgresiones liásicas que llegaron hasta el norte de la fosa, explicando la actividad piscícola del pterosaurio del Género *Dimorphodon* encontrado en el Valle de Huizachal en las capas basales del Alomiembro Volcanosedimentario.

La búsqueda de rocas marinas en las secuencias de lechos rojos del Alogrupo Los San Pedros del Valle de Huizachal motivó a investigadores del IPN y de la UANL a muestrear desde 2001 e iniciar el estudio de los afloramientos de lechos rojos cortados por la nueva carretera de Juan Capitán a Chihue. En uno de ellos se encuentran calizas dentro de lechos rojos. Sin embargo, el estudio geológico regional y el petrográfico de 77 muestras, indican que en este afloramiento se encuentra el contacto entre los lechos rojos (Formación La Joya) y las rocas marinas del Grupo Zuloaga: los primeros representados por una secuencia de limolitas y areniscas rojas volcánicas y por areniscas conglomerádicas gris verdosas que está cubierta transicionalmente por estratos de calizas y calizas dolomíticas transgresivas de las segundas. En la parte media del paquete de calizas se encuentra una capa limolítica rojiza-anaranjada que marca el inicio de la regresión con calizas bien estratificadas que cambian transicionalmente a lechos rojos también estratificados que alternan con estratos de calizas, lutitas y yesos de colores anaranjados, amarillos y grises, depositados en un ambiente marino; éstos subyacen a calizas negras de estratificación gruesa. Los lechos rojos de la Formación La Joya y estas tres unidades marinas: 1) caliza 2) lechos rojos marinos, calizas, lutitas y yesos 3) calizas negras gruesas, constituyen el Grupo Zuloaga (sensu Götze 1990). La Formación La Joya se inicia con un grueso conglomerado basal sobre una discordancia angular que limita al Alomiembro Volcanosedimentario de la Aloformación Huizachal, indicando la ausencia de la Aloformación La Boca que está presente en el Anticlinorio de Peregrina, al noroeste del Valle de Huizachal. Estas unidades del Grupo Zuloaga son el objeto de estudios de microfacies y de geoquímica inorgánica, tendientes a determinar sus relaciones con los eventos tectónicos del Jurásico Medio-Tardío y a establecer los límites del Mar de Tethys en el borde occidental del Golfo de México. En esta Reunión se presentan los resultados petrológicos preliminares.

SED-6

ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EN CUENCAS DEL TRIÁSICO CONTINENTAL ARGENTINO - ¿UN MODELO DE APLICACIÓN PARA MÉXICO?

Jenchen Uwe

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
Correo Electrónico: jenchen@prodigy.net.mx

En Argentina, el Triásico continental se encuentra en varias cuencas sedimentarias. Estas cubren un basamento compuesto de diferentes terrenos. Los sedimentos forman secuencias de diferente escala. Secuencias de menor escala son estructuras sedimentarias comunes. Secuencias de escala intermedia o mayor, indican levantamientos de las áreas fuente de las cuencas, o de los terrenos respectivos. Los pulsos de levantamiento en los diferentes terrenos ocurren independiente unos de otros y fueron factores principales para la evolución de las cuencas.

Estudios petrográficos de las areniscas y – en especial – estudios geoquímicos de los sedimentos terrígenos, dan una imagen diferenciada de la evolución del las cuencas triásicas de Argentina, en espacio y tiempo. La aplicación de los métodos nombrados en sedimentos terrígenos de México, va a ser discutida con ejemplos selectivos.

SED-7

BALANCE SEDIMENTARIO LITORAL EN LA BAHÍA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S., MÉXICO

Godínez Orta Lucio, Martínez Flores Guillermo, Nava Sánchez Enrique, Prieto Mendoza Jesús y Prado Ancona Daniel
CICIMAR, IPN

Correo Electrónico: lorta@ipn.mx

Con el propósito de establecer el balance sedimentario litoral en la celda de la Bahía de Cabo San Lucas, se estimó el aporte fluvial, la evolución de la línea de costa y el transporte litoral de sedimento (perpendicular y paralelo a la playa). Las variables para estimar el aporte fluvial se obtuvieron a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) elaborado para tal fin. El transporte a lo largo de la playa se calculó aplicando el modelo empírico propuesto por Kamphuis (1991a) y el transporte perpendicular a partir de una serie temporal de perfiles de playa (1998-2002). Para evaluar los cambios en la línea de costa se utilizaron las fotografías aéreas de 1972, 1976 y 1993 e imágenes Landsat de 1976 y 2000. Durante el invierno el transporte a lo largo de la playa varía entre 44,283 y 315, 871 m³/año; en la primavera el transporte oscila entre 158,000 y 222, 366 m³/año; en el verano fluctúa entre 177,134 y 735,324 m³/año y en el invierno entre 63,768 y 222,366 m³/año. Considerando los límites inferiores en cada caso y sabiendo que durante el otoño-invierno el flujo de energía es de noreste a suroeste y que en la primavera-verano es en sentido contrario, se obtiene un transporte neto entre 94,232 y 132,851 m³/año hacia el noreste. El análisis de fotografías aéreas e imágenes de satélite nos indica que la línea de costa de la Bahía de Cabo San Lucas ha permanecido prácticamente estable durante el período 1972 al 2000, sin embargo, la línea de costa fuera de la bahía, por el lado del Océano Pacífico, exhibe una tendencia acrecionante. Los perfiles de playa nos permiten establecer que la zona de transporte activo tiene lugar sobre la cara de la playa y la berma estacional, en una franja de aproximadamente 55 m de ancho por 5 m de altura. Los cambios estacionales sobre la berma se

manifiestan como variaciones verticales, mientras que la cara de la playa migra lateralmente, es decir, avanza o retrocede en función de las condiciones de oleaje. Entre mayo de 1998 y noviembre de 1999 el perfil de playa muestra una clara estabilidad. A partir del huracán Juliette (sep-2001), el perfil muestra evidencias claras de recuperación a un año del paso del huracán (septiembre y octubre de 2002). La tasa de recuperación de las playas de la Bahía de Cabo San Lucas es relativamente alta debido a que tiene fuentes de aporte cercano e importante (arroyo Salto Seco) y una deriva litoral desde el Pacífico. La bahía se comporta como una celda litoral en la que existe un balance entre el sedimento que entra desde la cuenca, el que se almacena en el sistema playa-duna y el que se pierde a través del cañón submarino. Considerando una precipitación promedio anual de 263 mm, se estimó un aporte de 123, 249 m³/año. Durante el paso del huracán Juliette, con una precipitación cercana a los 1000 mm en tres días, se estimó un aporte de 399,062 m³.

SED-8 CARTEL

GEOLOGÍA PRELIMINAR DE LA PARTE CENTRO-SUR DE LA CARTA SIERRITA PRIETA (H12A88)

Montijo Gonzalez Alejandra, Grijalva Montoya Adrian, Grijalva Noriega Francisco Javier y Zuniga Hernandez Juan Miguel
 Depto. de Geología, Universidad de Sonora
 Correo Electrónico: amontijo@geologia.uson.mx

El presente trabajo es un estudio preliminar de la geología en la carta Sierrita Prieta. En el cual afloran rocas cuyas edades varían del Precámbrico al Reciente.

Se ubica en la porción Centro-Noroeste del Estado de Sonora dentro de la carta Sierrita Prieta (H12A88), escala 1:50,000, dentro de las coordenadas 30°10'25" y 30°10'45" de latitud Norte y 111°25'35" y 111°25'20" de longitud Oeste, localizado aproximadamente a 35Km. al Oeste de la población de Benjamín Hill.

En el área de estudio afloran cuatro secuencias estratigráficas, conformadas por rocas intrusivas laramídicas, metamórficas, metasedimentarias, volcánicas y aluvión.

Las rocas metamórficas se encuentran con relativa abundancia hacia la parte centro-sur y son litológicamente de dos tipos: el primer tipo es un gneis bandeado y el segundo tipo es un augen gneis. Sus afloramientos ocurren de forma aislada, principalmente sobre una franja NW-SE en la parte norte, y al sur del área de estudio. Con edades del precámbrico.

Las rocas metasedimentarias sobreyacen en forma discordante a las rocas precámbricas anteriormente mencionadas y está intrusionada por los granitoides laramídicos. Está conformada por una secuencia sedimentaria compleja recristalizada y/o metamorfizada, pero se concentra de forma regular en la parte centro y sur, sus actitudes dominantes presentan rumbos hacia el NW con echados al SW, se les asigna una edad del Paleozoico Superior y Jurásico Superior.

Las rocas volcánicas están representadas por latita de piroxeno, andesita de hornblenda, basalto y brecha volcánica, sus afloramientos se concentran en la parte central de área. Aunque su dispersión tiene una dirección NW-SE, con edades que varían del Triásico al Terciario.

Los aluviones, están compuestos por detritos de roca metamórfica como gneis y augen gneis, además de cuarcita, caliza, dolomía y fragmentos de roca granítica, su matriz está compuesta por arenas gruesas, la presencia de las rocas volcánicas terciarias es menos frecuente.

Los cuerpos intrusivos laramídicos dominan el área de estudio y son los que modelan la geomorfología local y están constituidos por una serie de granitoides y dioritoides. Con edades del Precámbrico al Terciario. El conjunto de rocas intrusivas se correlaciona con el Batolito Larámide de Sonora, descrito por Damon et al. (1993).

SED-9 CARTEL

ESTUDIO PETROGRÁFICO DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS DEL TITONIANO Y NEOCOMIANO, SIERRA MADRE ORIENTAL, NE DE MÉXICO

Alvarado Molina Juan Baudilio, Jenchen Uwe y Eguiluz de Antuñano Samuel
 Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
 Correo Electrónico: jenchen@prodigy.net.mx

La Sierra Madre Oriental está constituida litológicamente por una secuencia de rocas carbonatadas y terrígenas de edad mesozoica, que se depositaron sobre un basamento precámbrico y paleozoico, y que fue plegada y cabalgada en la tectogénesis Laramide.

En el Titoniano y Neocomiano se forman, con la Fm. Carbonera (área de Saltillo, Coahuila) y las areniscas de Galeana (área de Galeana, Nuevo León) dos unidades clásticas importantes en la parte Norte de la Sierra Madre Oriental, y se presentan como sedimentos de ambiente deltaico.

Este estudio es un intento de determinar el área fuente de los dos cuerpos clásticos, con métodos de la petrografía sedimentaria. ¿Son las dos unidades parte de un solo cuerpo deltáico y es, entonces, la Isla de Coahuila el único área fuente, o hay indicadores de un posible paleoalto en el NE de Galeana?

Sesión

Sismología y Geodesia

Miércoles 5 — Jueves 6 — Viernes 7

SALA "B"

SISG-1

ON THE CHARACTERISTIC EQUATION OF RAYLEIGH AND STONELEY WAVES

Antúñez García Joel y Sahay Pratap

Depto. de Sismología, CICESE

Correo Electrónico: jantunez@cicese.mx

A very robust method to find roots of a discontinuous function is applied to the characteristic equation that arises in the Rayleigh wave and the Stoneley wave problems for elastic/viscoelastic rheologies. The method is based upon the Privalov problem of the theory of Cauchy integrals. It constructs an univalent continuous function which has the same zeros as that of the given discontinuous function. It shows that one and only one Rayleigh (and Stoneley) wave is admissible. The close form expressions of the Rayleigh velocity and attenuation thus obtained are numerically implemented for the cases of a low-loss medium as well as high-loss medium. In addition the close form expression for the Stoneley velocity has been implemented for the cases of the fluid being water and air, for entire range of (permitted) Poisson ratio of solid, are computed.

SISG-2

STANDING EXTENSIONAL WAVES IN A FULLY-SATURATED, POROUS, CIRCULAR CYLINDER

Solorza Selene y Sahay Pratap

Depto. de Sismología, CICESE

Correo Electrónico: solorza@cicese.mx

The dispersion relation for the extensional mode of vibration of a porous circular cylinder saturated with a fluid is known since early sixties; however, explicit formulas linking the observed extensional phase velocity and attenuation to the material properties has not been developed yet. Reason being the factorization of the dispersion relation in terms of the imbedded characteristic polynomials for the fast and the slow wave processes has not been feasible yet. Since the observed extensional vibration is the fast process, from the theory of poroelasticity we deduce an equivalent viscoelastic model (standard linear solid model) for it, and render the problem to the study of dispersion relation of a viscoelastic cylinder. Using this approach the formulas linking the observed extensional phase velocity and attenuation to the constituent material properties of the porous medium are developed.

SISG-3

DIRECT DISCRIMINATION OF FLUID PROPERTIES FROM REFLECTION AND TRANSMISSION COEFFICIENTS

Arroyo Adriana y Sahay Pratap

Depto. de Sismología, CICESE

Correo Electrónico: arroyo@cicese.mx

The widely accepted Biot theory of poroelasticity predicts negligible attenuation in the seismic frequency band. Nevertheless, in this frequency range significant attenuation is observed. It has been shown by Sahay (SEG 2003) that by including an additional relaxation mechanism, namely pore boundary relaxation, the observed attenuation can be accounted for. Starting from this poroelastic model a viscoelastic model (standard linear solid model) describing the seismic wave process (fast wave) has been constructed. Based on this

viscoelastic model, expressions for the reflection and transmission coefficients are worked out. Since the fluid constituents are explicit in the coefficients, we have a tool for the direct discrimination of fluid properties from seismic data.

SISG-4

INVERSIÓN DE LA INTEGRAL DE HOTINE EMPLEANDO EL MÉTODO LANDWEBER COMBINADO CON 1D-FFT

García López Ramón V., Moraila Valenzuela Carlos Ramón,

Alejo Armenta Cástulo, López Moreno Manuel, Balderrama

Corral Rigoberto y Plata Rocha Wenseslao

Universidad Autónoma de Sinaloa

Correo Electrónico: rgarcia@uas.uasnet.mx

Las técnicas basadas en 1D-FFT para evaluar integrales geodésicas, definidas sobre la esfera, tienen la ventaja de ser más eficientes que la integración numérica directa y al mismo tiempo más precisas que empleando los métodos basados en 2D-FFT. Una situación similar existe para el caso de la inversión. Sin embargo los errores producidos con la deconvolución asociada pueden provocar que el método 1D-FFT sea menos preciso que la inversión directa.

Se presenta un método de inversión que combina el método iterativo Landweber con 1D-FFT. El método Landweber permite utilizar grandes cantidades de datos, además es implementado de manera que reduce los errores de convolución. El método presentado es prácticamente tan preciso como la inversión directa siendo a la vez más eficiente computacionalmente. Se realiza un estudio empleando datos sintéticos para obtener perturbaciones de la gravedad a partir de alturas geoidales empleando la integral de Hotine. Se analiza la convergencia y se comparan resultados y eficiencia con respecto a la inversión matricial directa utilizando el método de iteración de Jacobi.

SISG-5

INFLUENCIA DE LA INTERFASE EN LAS PROPIEDADES EFECTIVAS DE ROCAS POROSAS

Guinovart Díaz Raúl¹, Sabina Federico J.¹, Rodríguez RamosReinaldo¹ y Bravo Castellero Julián²¹ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: guino905@yahoo.com.mx

² Universidad de la Habana. Facultad de Matemática y Computación, Vedado, La Habana, Cuba

Las propiedades de las rocas son fuertemente afectadas por la presencia de discontinuidades, tales como desuniones, fisuras o poros. Se conoce que las propiedades de las interfases en las uniones influyen en el comportamiento global de tales materiales. En este trabajo se aplica Método de Homogeneización Asintótica (MHA) para predecir las propiedades elásticas efectivas de rocas porosas. Los poros están separados de la pared de la roca matriz, por una capa fina de otro mineral rocoso. Se presentan algunos experimentos numéricos donde los poros pueden estar llenos de aire, agua, aceite, algún otro material o están vacíos.

En los experimentos numéricos tratados utilizamos dos tipos de roca, la roca caliza que es una roca sedimentaria y el granito que es una roca ígnea como rocas que hospedan poros alineados y de forma cilíndrica. La interfase puede alternar con otro material o con este tipo

de roca mencionado. Hemos considerado en el modelo la anisotropía transversalmente isotrópica que se ajusta al comportamiento global de materiales fibrosos y es mas conveniente para este tipo de enfoque.

Después de haber obtenido las propiedades elásticas efectivas de las rocas con fibras llenas de fluido como función del porcentaje de porosidad, se calculan la rapidez de la onda P y de la onda S. La relación entre las velocidades de ondas y las propiedades anisotrópicas de las rocas tiene una gran importancia tanto para la ingeniería civil como para la ingeniería del petróleo. En operaciones para la industria del petróleo las velocidades de ondas son directamente medidas y a partir de ellas se determinan las propiedades elásticas de las rocas, aunque las ondas sísmicas que viajan a través de rocas porosas han sido estudiadas frecuentemente a partir del conocimiento de las constantes efectivas del medio donde se propagan.

Se comprueba de los ejemplos numéricos que en las rocas que estan llenas de fluido o vacías, las propiedades decrecen cuando aumenta el porcentaje de porosidad. La influencia de la interfase en las propiedades elásticas efectivas de las rocas se aprecia notablemente en las comparaciones que se realizan cuando consideramos o no la presencia de una interfase, y este cambio es mas notable cuando varía el porcentaje de concentración de la interfase.

Un estudio del comportamiento de las propiedades efectivas hasta el punto en que comienza la percolación entre las fibras se ilustra haciendo variar el radio de los cilindros, a una concentración fija del porcentaje de porosidad y se observa que las propiedades cambian muy poco para valores del radio menor que 0.4. Los resultados obtenidos han sido comparados con otros modelos y presentan una adecuada concordancia, mostrandose que el MHA es un enfoque conveniente de ser utilizado en la predicción de propiedades efectivas de las rocas porosas.

SISG-6

BOUNDS FOR THE TRANSVERSAL SHEAR MODULUS IN FIBRE REINFORCED COMPOSITES WITH NONLINEAL BEHAVIOUR

Sabina Federico J.¹, Bravo Castellero Julian², Guinovart Diaz Raúl² y Rodríguez Ramos Reinaldo²

¹ Instituto de Investigaciones en Matematicas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: fjs@uxmym1.iimas.unam.mx

² Facultad de Matematica y Computacion, Universidad de La Habana, Habana, Cuba

Micromechanics, which deals with heterogeneous materials, is of great interest in various fields of geophysics. The goal of this contribution is to provide, based on the asymptotic homogenization method, helpful exact formulae to compute the overall stiffness and engineering moduli of a transversely isotropic two-phase fibre reinforced composite with isotropic constituents. Comparison of the exact solution with known bounds is shown.

In certain cases a bound is very close to the exact solution over a large interval. The bound then could be used as a good approximation to the exact solution. The exact formulae explicitly display Avellaneda and Swart's microstructural parameters, which have a physical meaning, and provide formulae for them. Hill's universal relations follow from the formulae. Limiting cases of rigid and empty fibers are included. An application of these results to

improve bounds for the effective energy density of nonlinear elastic materials. The transversal shear modulus of fibrous composites is shown to have slightly improved estimate over the one which uses Bruno's bounds.

SISG-7

DEPENDENCE THE FACTOR Q ON THE RELAXATION TIMES IN THE VISCOELASTIC NUMERICAL MODELING

Sabinin Vladimir, Chichinina Tatiana y Ronquillo Jarillo Gerardo
Instituto Mexicano del Petroleo
Correo Electrónico: svladim@imp.mx

Using the previously developed model of the seismic wave propagation in viscoelastic media (V. Sabinin, T. Chichinina, G. Ronquillo Jarillo, Numerical Model of seismic wave propagation in viscoelastic media, Proc. 6-th int. conf. WAVES 2003, Finland, Springer, p. 922-927) showed that parameters of the viscoelastic media - the factor Q and the stress and strain relaxation times - are not independent parameters. Each of them depends on two others. We used the tested techniques of the spectral ratio method and of the centroid frequency shift method for estimating the factor Q from seismic data. Estimation of the factor Q with these methods from the synthetic seismograms obtained by the numerical simulation gave us a possibility to derive the formula for dependence of strain relaxation time on stress relaxation time and factor Q. Including this formula into the viscoelastic model improved the flexibility and precision of the modeling.

SISG-8

ON LOCAL ABSORBING BOUNDARY CONDITIONS FOR THE WAVE EQUATION BASED ON DIMENSIONAL SPLITTING

Filatov Denis
Centro de Investigación en Computación, IPN
Correo Electrónico: denisfilatov@mail.ru

We study the problem of constructing local absorbing boundary conditions (ABCs) for solving the three-dimensional wave equation in an arbitrary computational domain with a piecewise smooth artificial boundary. Using the technique of splitting by coordinates, we reduce constructing ABCs for the original 3D equation to seeking for an ABC for the one-dimensional wave problem. Applying the Laplace transform in time, as well as using spline interpolation for the initial data, we obtain an infinite family of functions that approximate the far-field solution with higher and higher accuracy. These functions are used as ABCs. Due to the property of compactness of supports of the splines, boundary conditions appear to be local both in time and space, which is efficient for the numerical calculations. Furthermore, these ABCs are uncritical to the shape of artificial boundary. We also prove that the resulting boundary value problems are well-posed in the sense of existence, uniqueness and stability of solution. Results of the numerical experiments confirm the functionality and efficiency of the approach.

SISG-9

ISLA GUADALUPE, MÉXICO GPS PRELIMINARY RESULT

González García José Javier¹, Hudnut Ken², Bock Yehuda³,
Agnew Duncan³, Prawirodirdjo Linette³ y Genrich Joachim³

¹ Lab. de Geodesia y Geodinámica, CICESE

Correo Electrónico: javier@cicese.mx

² USGS, Pasadena, CA.

³ SCRIPPS Institution of Oceanography, UCSD

We present results from campaign mode GPS data conducted from 1991 to 2002 in northern Baja California and Guadalupe Island in the Pacific Ocean. This data were combined with data from continuous stations from Southern California Integrated GPS Network (www.scign.org, <http://sopac.ucsd.edu>); that includes CIC1, SPMX, CORX (Coronados Island) and recently GUAX (Guadalupe Island) in México. Altogether we have 4 observed sites on Guadalupe Island: the last mentioned, GAIR, GUAD and RMGU.

Solutions were derived in the International Terrestrial Reference Frame 2000 (ITRF2000) and computed with GAMIT software using global fiducial data from the International GPS Service. Station velocities were computed using a linear regression on the position time series. The motion obtained for sites in Guadalupe Island was independent of each other and they give a mean of 23.8 ± 0.5 mm/yr for north component and -46.4 ± 0.4 mm/yr for the east. We compute a pole of rotation for Pacific Plate using our results for CHAT, KOKB, KWJI, MKEA, THTI and Guadalupe Island: Lat. = 63.78° S, Long. = 108.37° and angular velocity = $0.666^\circ/\text{Myr}$.

If the Guadalupe Island GPS preliminary result obtained here represent its secular motion, the Pacific Plate is rigid (1 mm/yr for the north component, 2 mm/yr for the east component), considering the uncertainties of plate tectonics on a spherical Earth (NNR NUVEL 1-A) and that of the ITRF realization. Then, this confirms the basic assumption made for the Plate Tectonics paradigm by Morgan (1968): "if the distances between Guadalupe Island, Wake Island and Tahiti, all within the Pacific block, were measured to the nearest centimeter and then measured again several years later, we suppose these distances would not change".

When our ITRF2000 GPS result is rotated into a North America reference frame we obtain a "full" velocity field of 49.6 ± 0.5 mm/yr between Puerto Peñasco in the northeastern shoreline of the Gulf of California and Guadalupe Island. Moreover, three sites in the Peninsular Ranges (LLCO, SM01 and SPMX), which span the Agua Blanca Fault, are moving at the same rate within their uncertainties; these sites STILL moves around 5 mm/yr against our Pacific plate reference frame. In fact, 10% of total movement between Pacific and North American plates is occurring in the Baja California continental borderland.

SISG-10

**DETERMINACION DE UN MODELO DE GEOIDE
EMPLEANDO COBINACIONES DE MEDICIONES DE
NIVELACION ORTOMETRICA Y OBSERVACIONES GPS**

Moraila Valenzuela Carlos Ramon y Garcia Lopez Ramon V.
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autonoma de Sinaloa
Correo Electrónico: cmoraila@correo.uasnet.mx

La utilización de mediciones GPS (alturas elipsoidales), nivelación ortométrica e información de alturas geoidales, ha sido un procedimiento importante en aplicaciones geodésicas. Estos tres tipos de alturas son definidos en diferentes términos de superficies de referencia, así como los métodos de observación y precisión.

Se contempla la utilización de un sistema combinado de información de posicionamiento global GPS y nivelación diferencial. Las principales tipos de incógnitas en esta forma de multitudes de redes en una disensión son; usualmente la precisión obtenida en el calculo del geoide gravimetrico y la metodología sistematiza en la obtención de los datos de alturas. El concepto componente de estimación de varianza es además propuesto como una importante herramienta estadística para analizar el geoide gravimetrico actual o bien probar un modelo de error.

Como un resultado numérico general, se realizaron mediciones en una red de 20 puntos, mostrando los efectos de las mediciones con valores medios del orden de los centímetros.

Finalmente las conclusiones son descritas y se representan las recomendaciones para futuros estudios.

SISG-11

**USING 1HZ GPS DATA AS A SEISMOMETER: THE DENALI
FAULT EARTHQUAKE**

Larson Kristine¹, Bilich Andria¹, Dragert Herb², Gombert Joan³
y Bodin Paul⁴

¹ University of Colorado

Correo Electrónico: Kristine.Larson@colorado.edu

² Pacific Geoscience Centre

³ USGS

⁴ University of Memphis

The 3 November 2002 moment magnitude 7.9 Denali Fault earthquake generated large permanent surface displacements in Alaska and large amplitude surface waves throughout western North America. We find good agreement between strong ground motion records integrated to displacement and 1 Hz Global Positioning System (GPS) position estimates collected ~ 170 km from the earthquake epicenter. One Hz GPS receivers also detected seismic surface waves 650-3800 km from the epicenter, whereas these waves saturated many of the seismic instruments in the same region.

High-frequency GPS increases the dynamic range and frequency bandwidth of ground motion observations providing a new tool for studying earthquake processes.

SISG-12

A GPS STUDY OF THE 22 JANUARY 2003 TECOMAN SUBDUCTION EARTHQUAKE

Schmitt Stuart¹, Sanchez Osvaldo², Reyes Dávila Gabriel A.³, DeMets Charles¹, Stock Joann⁴ y Marquez Azua Bertha⁵

¹ University of Wisconsin, Madison

Correo Electrónico: osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx

² Instituto de Geofísica UNAM

³ Universidad de Colima

⁴ California Institute of Technology

⁵ Universidad de Guadalajara

We report GPS displacements and modeling results for the 22 January 2003 Mw=7.6 Tecoman earthquake, which released trench-normal elastic strain along the Middle America subduction zone near the Cocos-Rivera-North American plate triple junction. The earthquake occurred during an ongoing GPS field campaign, thereby affording a rare opportunity to study the coseismic and near-term post-seismic geodetic signature of a large shallow-thrust earthquake. Eight GPS receivers running during the time of the earthquake yield pure coseismic offsets that are well distributed with respect to the rupture zone. Seventeen additional sites were occupied within 10 days of the earthquake. Sites near the epicenter exhibit 30-80 mm displacements that point inward toward the seismically-defined rupture zone, as expected. However, during the 24 hours following the earthquake, a reversal of the displacement directions for five sites just northwest of the rupture zone strongly suggests the occurrence of a short-duration aseismic transient slip event along the subduction interface offshore from those sites. Results from 3D finite element modeling of the coseismic displacements will be discussed.

SISG-13

MAPEO DE DESLIZAMIENTOS DEL SISMO LENTO DEL 2002 EN LA BRECHA DE GUERRERO (MW=7.6)

Iglesias Mendoza Arturo¹, Singh Shri Krishna¹, Lowry Anthony², Santoyo Miguel Angel¹, Kostoglodov Vladimir¹, Larson Kristine³ y Franco Sánchez Sara Ivonne¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: amg@ollin.igeofcu.unam.mx

² Department of Physics, University of Colorado

³ Department of Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado

A principios del 2002, las estaciones permanentes de GPS (Global Positioning System) del departamento de sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM, registraron un cambio notable en la dirección de los vectores de deformación. Estas observaciones evidenciaron la ocurrencia de un "sismo lento" en la zona conocida como "brecha de Guerrero". Este deslizamiento "asísmico" o "silencioso" se prolongó durante aproximadamente 4 meses.

Con el fin de determinar la distribución espacial y magnitud de los deslizamientos, se llevó a cabo una inversión de los vectores de deformación. Nuestro mejor modelo muestra que los deslizamientos asísmicos ocurrieron en la zona de transición, entre los 100 y 170 Km de distancia a la trinchera. El deslizamiento promedio obtenido fue de ~22cm (Mo~2.97 x10²⁷ dyne-cm, Mw=7.6). Esta solución implica un incremento de esfuerzos en la zona acoplada, la cual es adyacente

a la zona de transición donde aparentemente ocurrió el mencionado sismo lento. La comparación de resultados obtenidos en otras zonas de subducción favorece también la existencia de este escenario.

Sin embargo, dada la incertidumbre en los datos, se encontró un modelo que también ajusta razonablemente a las observaciones. Esta solución considera que el deslizamiento asísmico ocurrió en una área más grande que incluye tanto la zona de transición como la zona acoplada. Ambos modelos básicamente se contradicen, y los datos por sí solos no son evidencia suficiente para discriminar entre uno y otro. La ampliación de la red de este tipo de instrumentos, así como un registro histórico más largo, serían críticos para resolver satisfactoriamente la duda.

SISG-14

REASSESSMENT OF THE 2001-2002 ASEISMIC SLOW SLIP EVENT IN MEXICO

Kostoglodov Vladimir¹, Franco Sanchez Sara Ivonne¹, Singh Shri Krishna¹, Larson Kristine², Lowry Anthony³ y Santiago Santiago Jose Antonio¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: vladi@servidor.unam.mx

² Department of Aerospace Engineering Science, University of Colorado, Boulder

³ Department of Physics, University of Colorado, Boulder

In 2001-2002 a network of continuous GPS stations in Mexico recorded an unexpectedly large aseismic slow event (equivalent Mw ~7.4) in Guerrero and in western Oaxaca. This event lasted more than six months and the area involved in the aseismic motion was initially estimated as ~500x250 km². The event produced a slow thrust slip of ~13-15 cm on the subduction plate interface below the central part of the State of Guerrero. Elastic dislocation models, which fit the observed data, restrict the width of the slip to 150-200 km along the plate interface. This interface was partially locked before, during the steady state interseismic phase associated with the continental plate compression. Unfortunately the GPS network coverage was not sufficient to resolve an important question: Was the seismogenic part of the plate interface involved in the slow thrust slip? A long term record from a permanent GPS station located on the Popocatepetl volcano, POSW, shows unambiguous displacements corresponding to the aseismic slip events of 1997-1998 and 2001-2002. Recent data analysis of 2001, 2002, and 2003 GPS occupation campaigns on 16 sites in Oaxaca reveals that the 2001-2002 slow aseismic slip may have extended SE along almost the entire Pacific coast of Oaxaca. These observations indicate that the total area affected by the last slow aseismic slip event may be greater than ~300x700 km².

SISG-15

A GPS STUDY OF THE SUBDUCTION INTERFACE BENEATH OAXACA, MEXICO

Cabral Cano Enrique¹, Correa Mora Francisco¹, Márquez Azúa Bertha² y DeMets Charles³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: ecabral@igeofcu.unam.mx

² Universidad de Guadalajara

³ University of Wisconsin, Madison

We report velocities and preliminary modeling results for a 30-station GPS network that extends 100 km along the coast of Oaxaca between Puerto Angel and Puerto Escondido and 150 km inland. This network is in effect a high-resolution array for imaging the nature of frictional coupling across the Cocos-North America subduction interface directly below and offshore from the GPS network. Data from six continuous and 24 campaign stations will be presented. The 8.5-year-long continuous time series from the INEGI GPS station OAXA exhibits evidence for at least four transient episodes of strain release since 1993, possibly caused by episodic aseismic slip events along deep parts of the subduction interface. However we find no evidence for significant variations in the rate of strain accumulation since mid-2001 at the remaining 5 continuous sites which have shorter time series. Site directions for both permanent and campaign sites are consistent with crustal shortening parallel to the predicted Cocos-North America slip direction. These site velocities are consistent with a model in which the seismogenic zone accumulates strain at a rate indistinguishable from the full plate convergence rate. We also present preliminary evidence for local variations in site rates and directions consistent with spatial variations in coupling along the subduction interface.

SISG-16

ASPECTOS GEOMÉTRICOS DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE COCOS Y SUS CONSECUENCIAS TECTÓNICAS: DE LA ORIENTACIÓN DEL ARCO VOLCÁNICO AL ORIGEN DE LA ZONA DE FRACTURA DE TEHUANTEPEC

Guzmán Speziale Marco

Centro de Geociencias, UNAM

Correo Electrónico: marco@geociencias.unam.mx

La subducción de la placa de Cocos tiene lugar a lo largo de la trinchera mesoamericana. En la porción donde Cocos es subducida bajo Norteamérica, la convergencia es oblicua y el polo de rotación está localizado cerca de la trinchera. Estos dos factores se combinan de manera que un área mayor de la placa de Cocos es subducida en el sureste, comparada con el área subducida en el noroeste. En este trabajo demostramos cómo, para poder acomodar esta diferencia, geoméricamente es necesario que en el SE la placa subducida recorra mayores distancias desde la trinchera para alcanzar profundidades similares a las encontradas en el NW. De ahí deducimos que la orientación del eje volcánico mexicano es consecuencia de la geometría de la subducción.

También por geometría de la subducción, la placa subducida de Cocos bajo Norteamérica tiende a dirigirse hacia el sureste, mientras que la subducción de Cocos bajo el Caribe es esencialmente perpendicular a la trinchera, originando una zona de plegamiento bajo el istmo de Tehuantepec. Este plegamiento puede ser distinguido en secciones sísmicas paralelas a la trinchera, además de estar

caracterizado por sismos de fallamiento normal, con ejes T perpendiculares a la trinchera. Especulamos que esta zona de plegamiento puede estar directamente relacionada con la zona de fractura de Tehuantepec.

SISG-17

CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS SISMOS DE SUBDUCCIÓN MEXICANOS PARA LA PREDICCIÓN DE MOVIMIENTOS FUERTES DEL TERRENO

Aguirre González Jorge

Instituto de Ingeniería, UNAM

Correo Electrónico: joagg@pumas.iingen.unam.mx

El método de la función de Green empírica permite simular registros de sismos grandes usando registros de sismos pequeños. Tiene la gran ventaja de que la información del trayecto y efecto de sitio esta contenido en el registro pequeño y mientras la respuesta sea lineal nos permitirá simplificar estos cálculos. Sin embargo para realizar simulaciones de sismos futuros es necesario conocer los parámetros externos (p.e. mecanismo focal, área total de ruptura) y los internos (tamaño, número y posición de las asperezas).

Se han realizado grandes esfuerzos para conocer las relaciones que nos permitan estimar con mayor precisión estos parámetros internos como externos de las fallas. Se han estudiado especialmente aquellos parámetros que son los responsables de la generación de movimientos fuertes. Estas relaciones permiten realizar evaluación del peligro sísmico siguiendo una serie de pasos que a propuesto Irikura (2002) como receta para estimar los movimientos fuertes de sismos producidos en fallas activas. Se ha trabajado mucho en estas relaciones para sismos corticales (Somerville et al, 1999). Sin embargo aun se llegan a obtener las mismas relaciones para sismos de subducción con mecanismo inverso que sean igualmente convincentes. Aun siguen colectando datos para los sismos de este tipo ocurridos en zonas subducción. Somerville et al. (2002) usando modelos de la heterogeneidad del deslizamiento de la ruptura de grandes sismos de subducción, estudia sistemáticamente las relaciones de escala con el momento sísmico y las compara con las obtenidas para sismos corticales. Encuentran que las diferencias principales entre los modelos de deslizamiento de subducción y sismos corticales es en el área de ruptura. Concluyen que las áreas de los sismos de subducción son, en promedio, de dos a tres veces mayores que las de los sismos corticales teniendo el mismo momento sísmico. Consecuentemente esto produce caídas de esfuerzos menores de las esperadas. Por otro lado Dan et al. (2001), estudian la cantidad de esfuerzo efectivo y deslizamiento producido en una aspereza y el resto del área de ruptura basado en modelos de ruptura de deslizamiento variable; y su relación con los niveles espectrales de aceleración.

En el presente trabajo usamos datos de sismos de subducción mexicanos con el objetivo de probar las diferentes relaciones presentadas previamente, con el objetivo de validarlas o en su caso proponer algunas otras de validez regional.

Usando registros en la red acelerográfica de Guerrero de sismos ocurridos durante los últimos 15 años se comprobó que las relaciones propuestas por Dan et al. (2001) funcionan apropiadamente para los sismos de subducción mexicanos. También se encontró que las estimaciones del área de falla realizadas con datos de la red, estiman más bien el tamaño de la aspereza mayor. Estos tamaños son bien predichos por la relación para sismos de subducción dada por Somerville et al. (2002).

SISG-18

MODELO ESTOCÁSTICO PARA SIMULAR LA ACELERACION DEL TERRENO GENERADO POR EL TEMBLOR DE OAXACA, MEXICO (M=7.8) DEL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1999

Ruiz Cruz Euclides y Castro Escamilla Raúl
 Depto. de Sismología, Division Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: eruiz@cicese.mx

Con el objeto de determinar un modelo de fuente que permita hacer estimaciones del movimiento del terreno generado por el terremoto del 30 de septiembre de 1999, $M = 7.8$, Oaxaca, México, se analizaron registros de 10 estaciones acelerométricas que operan en los estados de Oaxaca, Guerrero, Puebla, Veracruz y Chiapas. Estos acelerogramas se modelaron usando el método de simulación estocástica propuesto por Beresnev y Atkinson (1997, 1998), para fallas finitas. Este método consiste en simular la aceleración del terreno discretizando una falla de dimensión finita en subfallas que pueden considerarse fuentes puntuales. Las contribuciones individuales de cada subfalla se suman para obtener la energía total liberada por el sismo. Para determinar la respuesta de sitio de cada estación e incorporarla a la simulación, se analizaron más de 100 registros adicionales, los cuales comprenden el periodo de 1993 a 1999, los sismos tienen magnitudes entre 3.5 y 7.5, y las distancias hipocentrales entre 16 – 416 km. Calculamos con esta base de datos el cociente espectral promedio entre las componentes horizontales y la vertical (cocientes H/V), estimando así una función de sitio promedio de las estaciones analizadas.

Consideramos una falla de mecanismo normal de 90 km de longitud y 45 km de ancho, la cual se dividió en una malla de 17 x 17 subfallas de 5.29 km en la dirección del rumbo y 2.64 km en la dirección del buzamiento. La distribución del deslizamiento sobre el plano de falla lo basamos del modelo de ruptura reportado por Hernández et al. (2001). Los espectros de respuesta simulados ajustan mejor a los observados cuando usamos un parámetro de esfuerzo de 50 bares. La intensidad de radiación de las subfallas, controlado por el parámetro s_{fact} , resultó alto ($s_{fact}=1.5$), lo cual es típico de fallas con velocidad de deslizamiento rápido. El efecto de la atenuación se modeló usando la relación $Q_s = 56f^{**1.01}$ propuesta por Castro y Munguía (1993) para estaciones cercanas a la trinchera y $Q_s = 273f^{**0.66}$ (Ordaz y Singh, 1992) para estaciones mas alejadas ($r > 100$ km). Para modelar el incremento en la duración del movimiento fuerte de los registros observados, encontramos una relación empírica entre esta duración y la distancia hypocentral R : $T_d = 2.65 + 0.08(R)$

Donde T_d representa la duración promedio de los registros medido desde el primer arribo de la onda S hasta 90 % de la energía total del registro.

SISG-19

ANALYTICAL APPROACH OF THE HYDROELASTIC PROBLEM ON TSUNAMI-TYPE WAVES GENERATION

Gonzalez Gonzalez Rodrigo¹ y Sekerzh Zenkovich Sergey Ya²

¹ Universidad de Sonora

Correo Electrónico: rodrigog@fisica.uson.mx

² Universidad de Guadalajara

Propagation of elastic waves by a disturbing source acting at different modes of operation on an elastic half-space are analyzed analitically with the help of a symbolic computer system (Maple) in order to determine their effect on an overlying constant depth layer of an ideal fluid as a part of the system. The hydroelastic model is constructed assuming that the elastic medium is homogeneous, isotropic and horizontally unbounded, while the motion in the fluid is governed by the velocity-potential equation, under the effect of the gravity field. Applying the model to the tsunami problem, it is found that, at a source depth of a few tens of kilometers, significative tsunami-type waves are generated. In particular, it is established that if the considered submarine seismic source is located at a depth around 40 Km, tsunami-type waves are generated only when the spectrum of the source includes a range of long-period components, being the most important period approximately 15 minutes. Also, it is detected that the presense of suboceanic Rayleigh waves plays a fundamental role in the generation process of tsunami-type waves.

SISG-20

SIMULACIÓN DE LA FUENTE DEL SISMO OCURRIDO EL 22 DE MAYO DE 1997 USANDO EL MÉTODO DE LAS FUNCIONES EMPÍRICAS DE GREEN

Valverde Plascencia Antonio y Aguirre González Jorge

Facultad de Ingeniería, Instituto de Ingeniería, UNAM

Correo Electrónico: antonioflash@yahoo.com.mx

En este trabajo se pretende reproducir las aceleraciones observadas durante el sismo ocurrido el día 22 de Mayo de 1997 y la réplica del 29 Mayo de 1997. Ambos eventos se localizan en las costas de guerrero y registrados en las estaciones INMD, INMI, INPT, UNIO, VILE y VILI ubicados en el estado de Guerrero; la magnitudes mb del sismo principal y de la réplica son de 5.9 y 3.8 respectivamente.

El método de las funciones empíricas de Green permite reproducir un sismo principal mediante una superposición de la réplicas siguiendo parámetros de escala apropiados.

Para obtener los parámetros requeridos es necesario calcular los espectros de aceleración y desplazamiento de las señales registradas. Mediante dichos espectros obtenemos parámetros como la frecuencia de esquina y nivel plano de los espectros en altas y bajas frecuencias que nos permiten estimar las dimensiones de la fuente.

Con un cociente entre los niveles planos en altas y bajas frecuencias del sismo principal y de la réplica se puede obtener la relación que existe entre las dimensiones del sismo principal y de la réplica.

Las dimensiones de la fuente son estimadas con las relaciones teóricas que propone Madariaga, Savage, Sato & Hirazawua y Brune. Ellos suponen en sus modelos fallas de determinadas formas

geométricas planas. Nosotros suponemos una fuente sísmica de forma rectangular o circular plana, y suponemos que la réplica esta alojada dentro del mismo plano de falla del sismo principal. Estas funciones teóricas nos ayudan a corroborar la relación que se obtiene en los cocientes de altas y bajas frecuencias.

El mecanismo focal de este evento, según CMT de Harvard, nos indica que esté es un sismo de mecanismo focal normal, el cual esta asociado a esfuerzos de extensión que provocan la ruptura de la corteza oceánica que se subduce bajo la corteza continental, es decir se trata de un sismo cortical.

De el análisis preliminar de los espectros de aceleración y de velocidad pudimos concluir que la caída de esfuerzos fue 4.15 veces la caída de esfuerzos de la réplica. Tomando en cuenta estas diferencias en la caída de esfuerzos el modelo para simular el sismo principal resultó de cuatro subfallas a lo largo del rumbo y cuatro subfallas a lo largo del echado, según la relación teórica de Savage para este evento se obtiene una falla cuadrada de 1.5 km por lado para el sismo principal y de 0.39 km por lado para la réplica.

Así con el método de las funciones empíricas de Green se pudo obtener un modelo de fuente que permite estimar los registros de las aceleraciones en determinadas localidades del país donde no fue registrado el sismo del 22 de Mayo de 1997, pero si la réplica del 29 de Mayo.

SISG-22

PROCESO DE LA FUENTE DEL SISMO DEL 15 DE JULIO DE 1996

Garduño Hernández Luisa Noemí y Aguirre González Jorge
Instituto de Ingeniería, UNAM
Correo Electrónico: LGardunoH@iingen.unam

El trabajo consiste en aplicar el método de la función empírica de Green. La función requiere de un sismo de menor magnitud cercano al sismo principal para poder simular el de mayor magnitud. Un sismo de magnitud mayor o menor sigue el modelo espectral con una caída de esfuerzo constante.

Siguiendo el método sintético para el modelo espectral modelo espectral que fue propuesto por Irikura en 1986 obtenemos el número de sub-eventos necesarios () a partir de la relación entre los momentos del sismo principal que será simulado y el de la réplica que se usa como en la función de Green.

En este caso se simulara el sismo que ocurrió el 15 de julio de 1996 en el estado de Guerrero con Magnitud $=5.7$, $=6.5$ y $=6$; el de menor magnitud es una réplica que ocurrió el 18 de julio de 1996 con $=4.9$, $=4.7$ y $=5.1$. Se seleccionaron las señales acelerográficas para poder obtener su espectro de Fourier. Enseguida se analizaron los espectros de amplitud de aceleración y desplazamiento en 11 estaciones, se obtuvieron los parámetros partiendo de los espectros para estimar el área de ruptura. Siguiendo la teoría del espectro de Fourier de los registros de desplazamiento de un sismo observado en campo lejano que presenta un nivel plano en bajas frecuencias hasta una llamada frecuencia de esquina de la cual la amplitud comienza a decaer en pendiente negativa y un nivel plano donde se encuentra la : frecuencia de esquina hasta la frecuencia máxima donde inician las altas frecuencias. Se obtuvieron los mecanismos focales (strike, dip y rake) del sismo principal y la réplica. Se determinaron los parámetros requeridos para realizar la simulación como la distancia epicentral,

modelo de la falla, inicio de la onda s, etc. Así se podrán obtener las graficas de aceleración, velocidad y desplazamiento sintéticos y observados.

SISG-22

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA REGIONAL DE ALERTA DE TSUNAMIS EN PERÚ MEDIANTE LA DETECCIÓN TEMPRANA Y LA SIMULACIÓN NUMÉRICA

Aste Evans Atilio¹ y Ortiz Figueroa Modesto²

¹ Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Correo Electrónico: aaste@yahoo.com.mx

² CICESE

Se desarrolla una metodología que permite evaluar en pocos minutos la alerta de tsunamis regionales empleando un universo de funciones de Green o tsunamis sintéticos previamente generados a partir de un conjunto de funciones impulso o sismos prototipo localizados a lo largo de las zonas de subducción del Pacífico Oriental. Los tsunamis sintéticos se calcularon con un modelo numérico de propagación de tsunamis que resuelve en diferencias finitas las ecuaciones hidrodinámicas de ondas largas en aguas someras. La predicción de alturas y tiempos de arribo de un posible tsunami se estima mediante la superposición lineal del conjunto particular de funciones de Green correspondiente al área de ruptura. La magnitud de la dislocación cosísmica y la localización del área de ruptura se estiman mediante el análisis inverso de observaciones tempranas del tsunami en la vecindad de la región de generación. Esta metodología se diseñó en base a la experiencia del mega-tsunami de Chile del 22 de mayo de 1960. Las observaciones regionales de este mega-tsunami en los mareogramas de 6 puertos del Norte de Chile, y la simulación numérica de este tsunami, se emplearon para sustentar la factibilidad de optimizar el Sistema Regional de Alerta de Tsunamis en Perú. El análisis detallado de las observaciones de este tsunami permitió determinar en forma independiente tanto la localización del área de ruptura como la magnitud de la dislocación cosísmica.

SISG-23

SISMICIDAD EN BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO-NAYARIT

Rutz Lopez Marta, Núñez Cornú Francisco, Camarena Garcia Miguel, Trejo Gomez Elizabeth y Suarez Plascencia Carlos
Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

La zona de Bahía de Banderas, entre la costa norte de Jalisco y costa sur de Nayarit, se encuentra en una región de alto potencial sísmico. Para detectar las estructuras tectónicas activas que la producen se instaló una red sísmica regional por parte de Protección Civil del Estado de Jalisco y la Universidad de Guadalajara, durante el 2002. Esto supone un mayor nivel de detección que permite un mayor control de las localizaciones de las fuentes de los temblores.

Se han identificado estructuras tectónicas activas y enjambres en la zona de El Tuito y la presa de Cajón de Peñas. Se ha detectado sismicidad dispersa que muestra el gran nivel de fracturamiento en la zona sur de la Bahía. Esta sismicidad es de baja magnitud, pero gracias a la cobertura de la red han podido ser localizadas. La zona

norte de la Bahía se mantiene con bajo nivel sísmico, siendo el límite de actividad la cara norte del cañón submarino que transcurre bajo la Bahía en dirección este-oeste.

SISG-24

CRUSTAL THICKNESS VARIATIONS IN THE MARGINS OF THE GULF OF CALIFORNIA: EVIDENCE FOR LOWER CRUSTAL FLOW?

Persaud Patricia, Perez Campos Xyoli y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: ppersaud@gps.caltech.edu

Receiver functions (RFs) from teleseismic events recorded by the NARS-Baja array were used to map crustal thickness in the margins of the Gulf of California, a newly forming ocean basin. Although the upper crust is known to have split apart simultaneously along the entire length of the Gulf, little is known about the behavior of the lower crust in this region. The RFs show clear P-to-S wave conversions from the Moho beneath the stations. The delay times between the direct P and P-to-S waves indicate thinner crust closer to the Gulf along the entire peninsula. This approximately W-E shallowing in Moho depths is significant with extremes in crustal thickness of ~20 and 40 km. A similar trend on the opposite side of the rift has not been established. This may be partly due to the poor spatial data coverage. Similar results have, however, been obtained at the northern end of the Gulf by previous workers, who proposed a mechanism of lower crustal flow associated with rifting in the Gulf Extensional Province for thinning of the crust. We also interpret the Gulf-ward thinning of the crust as related to ductile flow in the lower crust during the early stages of rifting. We further speculate that lower continental crust may exist within the Gulf itself.

SISG-25

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA RADIAL DE VELOCIDADES EN LA BASE DEL MANTO A PARTIR DE ONDAS S DIFRACTADAS

Valenzuela Wong Raúl¹, Wyssession Michael E.², Owens Thomas J.³, Fischer Karen M.⁴ y Clarke Timothy J.⁵

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: raul@ollin.igeofcu.unam.mx

² Dept. of Earth and Planetary Sc., Washington University

³ Dept. of Geological Sciences, University of South Carolina

⁴ Dept. of Geological Sciences, Brown University

⁵ Science Applications International Corporation

Usamos la técnica de la constante de disipación a fin de determinar la estructura radial de velocidades en la base del manto a partir de ondas que rozan el núcleo o que se difractan fuera de él. El análisis [Mula, 1981] se realiza en el dominio de la frecuencia. Es necesario eliminar la respuesta instrumental de los registros, tomar en cuenta el factor de separación geométrica y las diferencias en el patrón de radiación. Para cada perfil seleccionado, se escoge la estación con la menor distancia epicentral como referencia. Los espectros de los registros de todas las demás estaciones se dividen entre el de la estación de referencia. Al graficar la amplitud logarítmica de estos registros a una frecuencia constante para todas las estaciones (en función de la distancia) se obtiene una línea recta cuya pendiente es la constante de disipación con signo negativo. A continuación se realiza el cálculo de la constante de disipación para todos los intervalos de frecuencia. Usamos el modelado directo y

proponemos varias estructuras de velocidades, con las cuales obtenemos sismogramas sintéticos con el método de reflectividad. Las constantes de disipación obtenidas de los sintéticos se comparan con la constante de disipación observada.

Usamos datos de cinco sismos frente a las costas del norte de California en 1991 y 1992 registrados en Tibet para estudiar D» debajo de Siberia oriental y datos del sismo de Kermadec del 3 de julio de 1995 registrados en el noreste de los Estados Unidos para muestrear D» debajo del Océano Pacífico centro-oriental. Para ambas regiones se obtuvieron modelos de velocidad de las ondas S con un aumento súbito de la velocidad conforme aumenta la profundidad, coincidente con el interfaz superior de la región D». Al seguir aumentando la profundidad se produce un decremento gradual de la velocidad hasta llegar al núcleo. Para el caso de Siberia oriental, el espesor de D» es de entre 185 y 235 km con un aumento de la velocidad de entre 3.8 y 5.4 % en el interfaz. Debajo del Pacífico centro-oriental, D» tiene un espesor de 186 km y un aumento discontinuo de 3.4 % en la velocidad. El comportamiento de D» en ambas regiones es consistente con su función como una capa térmica límite y con la ocurrencia de una transición de fase. Los modelos no son consistentes con la existencia de silicatos enriquecidos en hierro como consecuencia de una reacción química con el núcleo. La existencia de corteza oceánica subducida podría explicar la discontinuidad en D» solamente debajo de Siberia oriental.

SISG-26

IMAGING THE SLAB FROM ACAPULCO TO MEXICO CITY USING RECEIVER FUNCTIONS

Pérez Campos Xyoli y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: xyoli@gps.caltech.edu

Receiver function analysis helps illuminating the discontinuities below a station by means of the converted P-to-S phases. This analysis has been proved to delineate the Moho as well as the mantle discontinuities and has also been used to look for slab structure in several places around the world. The slab in the Mexican Subduction Zone exhibits a complex behavior with its dip angle varying from a steep angle in Jalisco, to almost horizontal in Central Mexico, and then again to a steep angle, in Oaxaca-Chiapas. A key factor in the variation is thought to be the shape and viscosity of the mantle wedge. Various earthquake location and refraction studies have mapped the slab interface. In this study we image the shape of the wedge with receiver functions. We use receiver functions from teleseismic earthquakes at stations located in the transect between Acapulco and Mexico City. The quality of the data is good enough to let us identify the converted P-to-S phase from the Moho as well as other converted phases that could be attributed to the slab. Along this transect, the Moho presents variations on depth being shallower closer to the coast and deeper below Mexico City. Also the slab has an initial dip angle that later becomes almost horizontal.

SISG-27

ESTRUCTURA SÍSMICA TRI-DIMENSIONAL DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE GUERRERO, MEDIANTE EL TRAZADO DE RAYOS: SU APLICACIÓN AL RIESGO SÍSMICO

Valdés González Carlos M. y Cárdenas Monroy Caridad
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

Un modelo tridimensional de velocidades de la zona de subducción del Estado de Guerrero fue construido al integrar tres secciones o planos XZ perpendiculares a la Trincheras Mesoamericana (TM) y con dimensiones de 300 Km en el eje X (perpendicular a la TM), con 130 Km de profundidad en el eje Z y separados 105 Km a lo largo del eje Y (paralelo a la TM). Las secciones de velocidades consistieron en zonas de subducción constantes o zonas de subducción sub-horizontales.

El modelo final fue obtenido combinando las secciones de subducción constantes y sub-horizontales y mediante el cálculo y comparación entre los tiempos de viaje teóricos y los tiempos de viaje calculados para 85 trayectorias de las ondas P y ondas S de 20 sismos registrados por 5 estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional. Los sismos utilizados, fueron localizados usando el programa JHD y todos ellos fueron localizados dentro de la zona de estudio y con magnitudes de 4.2 a 6.3.

Para el modelo final, los tiempos de arribo teóricos y calculados presentaron un ajuste del 92.9%. El modelo tiene una geometría con un ángulo de subducción constante en la zona de Zihuatanejo y cambia a una geometría sub-horizontal en la región de Acapulco.

Con el modelo final se realizaron barridos de las trayectorias de los rayos para eventos localizados cerca de la costa, con la finalidad de cuantificar la densidad de rayos por unidad de superficie alcanzada y tomar este valor como un equivalente a la amplitud de la energía sísmica en esa región. De esta forma se evaluó el efecto de la estructura sísmica tridimensional, así como el efecto de la posición del hipocentro, en la distribución de los rayos y en la distribución de la energía sísmica en la región de estudio. Por ejemplo, para dos sismos con profundidades de 17 y 14 Km, y ubicados a 10 y 60 Km de la TM, respectivamente, el primer sismo (21/04/1997) presentó zonas con densidades de 80 rayos por km², hasta una distancia de 90 km del epicentro, en cambio para el caso del sismo lejano a la TM y cercano a la costa (05/07/1998), las zonas con densidades de 80 rayos por km², alcanzaron 250 km de distancia del epicentro hacia el interior. Debido a que la ubicación de los sismos del 05/07/1998, y M=7.5 del 28/07/1957 es similar en su distancia a la TM, comparamos la distribución de densidades de rayos del primero, con la distribución de las isosistas del segundo y observamos una buena correlación entre el patrón de densidades de rayos y las isosistas.

Con la metodología presentada aquí, es posible estimar, con base a la ubicación de los sismos y al modelo propuesto, la distribución de la energía sísmica, la cual permitirá evaluar el riesgo sísmico en diferentes zonas.

SISG-28

TRACING THE UPPER MANTLE DISCONTINUITIES BENEATH THE PACIFIC-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY, MEXICO

Pérez Campos Xyoli, Persaud Patricia y Clayton Robert W.
California Institute of Technology
Correo Electrónico: xyoli@gps.caltech.edu

In order to determine the role of the upper mantle in the rifting process into the Gulf of California, we look for lateral variations in the upper mantle discontinuities topography. Some studies have observed evidence of upwelling mantle material under the Gulf of California, or the presence of a low-velocity zone within the mantle. However, the upper mantle discontinuities beneath this active plate boundary have never been widely mapped. The recent installation of the NARS-Baja array has provided us with good quality data and a dense enough coverage to accomplish this task. We use receiver functions from teleseismic earthquakes recorded at stations located along the Baja California Peninsula. Converted P-to-S phases from not only the Moho but also the upper mantle discontinuities are readily observed. To further enhance these arrivals we apply a low-pass filter to the receiver functions, which allows us to trace the 410 and the 660 discontinuities. Receiver functions at the Vizcaino Peninsula show some topography associated with the 410 discontinuity. In contrast, the 660 discontinuity is relatively flat lying and continuous. We expect that future data from this array will add more constraints on these results.

SISG-29

SISMICIDAD EN COLIMA DURANTE EL ÚLTIMO AÑO

Reyes Dávila Gabriel A.¹, Ramírez Vázquez Carlos A.¹, Nuñez Cornú Francisco² y Márquez Ramírez Víctor H.³

¹ RESCO, Universidad de Colima

Correo Electrónico: gard@cgic.ucol.mx

² SisVoc, Universidad de Guadalajara

³ Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

La sismicidad registrada durante el último por la RESCO en la región del estado de Colima, localizada en la porción sureste del bloque de Jalisco, presenta los mismos patrones observados en años recientes. El evento del 22 de enero del 2003, Mw=7.6 y localizado frente a las costas del estado, ha modificado ligeramente la sismicidad local y no ha influido, aparentemente y hasta ahora, en el comportamiento del Volcán de Colima. La zona de réplicas de dicho evento esta claramente definida en su porción sureste y ambiguamente en su porción noroeste. Continúa manteniéndose la ausencia de sismicidad en la región de la costa desde Armería hasta los límites con el estado de Michoacán, límite noroeste de la región del evento del 30 de enero de 1973.

SISG-30

ESTUDIO DE LAS PRIMERAS 72 HORAS DE RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE ARMERÍA, COLIMA (MW = 7.4)

Núñez Cornú Francisco¹, Rutz Lopéz Marta¹, Reyes Dávila Gabriel A.², Trejo Gómez Elizabeth¹, Camarena García Miguel¹,
Ramírez Vazquez Carlos A.² y Suárez Plascencia Carlos¹

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

Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

² RESCO, Universidad de Colima

El 21 de junio del 2003 a las 20:06 (hora local) ocurrió un terremoto frente a las costas de Colima. Inicialmente se pensó que este había tenido lugar en lo que se conoce como el Gap de Colima, sin embargo resultados preliminares de Red Sísmica Telemétrica de Colima (RESCO) sugirieron que no fue así. Gracias a la existencia de la RESCO y de la Red Sísmica Telemétrica de Jalisco (RESJAL) y a los equipos autónomos desplegados por el SisVoc fue posible hacer un estudio de las réplicas del evento ocurridas en las primeras 72 horas inmediatas posteriores al Terremoto utilizando más de 18 estaciones para localizar las réplicas. Primeramente se obtuvo un modelo de velocidades (VJB02) a partir del modelo de velocidades VJB01 y utilizando datos de estudios de estructura de corteza realizados en la región. Para el estudio se utilizaron los eventos registrados en ambas redes (72 eventos) los cuales tienen una magnitud local mayor o igual a 3.0. La distribución epicentral de las réplicas localizadas claramente indica que el evento ocurrió en la parte suroeste del Bloque de Jalisco, fuera del Graben de Colima y consecuentemente del Gap de Colima. Las réplicas están concentradas en dos áreas, la mayor parte sobre en el área epicentral del terremoto distribuidas primordialmente en una dirección este-oeste, y otras en el área epicentral del evento de 1995. La distribución en profundidad de los hipocentros es casi vertical, la mayor parte de ellos a menos de 16 km de profundidad. La mejor solución para la localización del evento principal fue a 5 km de profundidad, el mecanismo focal calculado para el evento principal usando solo estaciones locales indica que es un evento de falla inversa con un buzamiento de 42° y un acimut de 260°. La orientación del mecanismo coincide con la distribución hipocentral de las réplicas localizadas en este trabajo para las primeras 72 horas, esto indica que el terremoto fue un evento continental de falla inversa, no se tiene antecedentes para este tipo eventos en esta región.

SISG-31

ANÁLISIS DE LAS RÉPLICAS DEL SISMO DEL 22 DE ENERO DE 2003

Marquez Ramirez Victor H.¹, Rutz Lopez Marta², Núñez Cornú Francisco² y Reyes Davila Gabriel A.³

¹ Facultad de Ciencias, RESCO, Universidad de Colima

Correo Electrónico: drahug@yahoo.com.mx

² Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

³ RESCO, Universidad de Colima

A partir del día 24 de enero y hasta el día 31 se instalaron 5 estaciones portátiles digitales triaxiales de la Universidad de Guadalajara y 2 de la Universidad de para estudiar las réplicas del terremoto del día 22. Con los datos obtenidos por las estaciones portátiles y los registrados por la RESCO, se localizaron más de 200 réplicas durante este período.

La distribución epicentral es similar a la reportada para la primeras 72 horas para la zona epicentral del terremoto, sin embargo la mayor actividad, aunque de menor magnitud, se presenta entre los 14 y 20 km de profundidad lo cual es diferente a la reportada para las primeras 72 horas. La mayor parte de estas réplicas aparentemente están distribuidas en la zona de contacto entre la Placa de Rivera y el Bloque de Jalisco definiendo un ángulo para la subducción de 12°.

SISG-32

GEOMETRIA DE LA ZONA DE WADATI-BENIOFF CALCULADA CON LAS REPLICAS DEL SISMO DE TECOMAN DEL 22 DE ENERO DEL 2002 DE MAGNITUD MW=7.4

Rebollar Bustamante Cecilio J.¹, Rodriguez Lozoya Hector Enrique¹, Domínguez Reyex Tonatihu² y Reyex Davila Gabriel A.²

¹ CICESE

Correo Electrónico: rebollar@cicese.mx

² Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

El sismo de Tecoman fue registrado por la red de periodo corto y banda ancha de Colima (RESCO) y por las estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional. La localización de RESCO es 18.625°N y 104.125°W a una profundidad de 10 km. CICESE en conjunto con el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima instalaron ocho estaciones de periodo corto y tres estaciones de banda ancha con el fin de registrar las replicas y definir la zona de Wadati-Benioff. La actividad sísmica fue intensa en los tres o cuatro días siguientes del evento principal y después decayó rápidamente. Las replicas se localizaron principalmente a lo largo de la costa desde Tecoman hasta el poblado de Colomo y hacia el mar. La profundidad de las replicas varia entre 10 y 35 kilómetros de profundidad. La zona de Wadati-Benioff es de aproximadamente 12 kilómetros de grueso y buza con un ángulo de 44°. Los errores en profundidad, latitud y longitud de las replicas consideradas en este estudio varían entre 1.5 y 10 kilómetros. Las replicas definen claramente la zona de acoplamiento entre la placa que buza y la de Norte América en Colima.

SISG-33

ANÁLISIS TELESÍSMICO DEL SISMO DE TECOMÁN, COLIMA (22/06/2003, MW 7.4) MEDIANTE ONDAS SUPERFICIALES Y DE CUERPO

Gómez González Juan Martín¹, Sladen Anthony², Guzmán Speziale Marco¹, Bukchin Boris³ y Mostinski Alexandre³

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: gomez@geociencias.unam.mx

² Laboratoire de Géologie, École Normale Supérieure de Paris, Francia

³ International Institute for Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Federation, Rusia

El sismo de Tecomán, Colima (Mw = 7.4) del 22 de enero de 2003, tuvo una ruptura muy interesante que tratamos de describir mediante el uso de ondas de cuerpo y superficiales registradas a distancias telesísmicas. En el primer caso utilizamos una aproximación clásica de inversión de la forma de onda y amplitudes. La solución nos da un mecanismo inverso con un strike=310°, dip=30°, rake=110°.

$h=25$ km y un $M_o=1.4E+20$ N m. El ajuste de las señales es bastante bueno y la STF muestra una duración de casi 30 s. Para complementar la solución recurrimos al uso de las ondas superficiales mediante el cálculo del tensor de momentos sísmicos de orden 2, para ello usamos los periodos intermedios entre 50 y 100 s. Dicho método ha funcionado bien para el caso de sismos intraplacas, en zonas con heterogeneidades "bajas". Este es uno de los primeros estudios en lo que se aplica el método en sismos interplacas, donde la heterogeneidad se incrementa por la complejidad tan fuerte que introduce la placa de subducción. La solución que obtuvimos es similar a la de las ondas de volumen con un strike=313°, dip=33°, rake=114°, $h=28$ km y un $M_o=1.0E+20$ N m. Además, los momentos de orden superior definen una duración integral de la fuente de 10 s, una velocidad instantánea promedio del centroide de 3.2 km/s, un eje mayor de longitud de 50 km y un eje menor incierto de 18 km. El eje mayor tiene un ángulo, respecto al strike, de 125 grados y un ángulo entre la dirección de la velocidad instantánea y el strike de 100 grados. El uso de este método nos permite cumplir con dos objetivos, describir el comportamiento del sismo y calibrarlo mediante la comparación de resultados que permitirán definir el aporte real en sismos de subducción.

SISG-34

VARIACIONES EN LA PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS

Hernández Mexicano Gloria y Salazar Peña Leobardo
Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
Correo Electrónico: gloria_mexicano@yahoo.com.mx

En este trabajo se estudian los efectos que se producen en la propagación de ondas sísmicas en estructuras volcánicas ante variaciones de forma estructural interior y ubicación de la fuente. Se parte del hecho de que para un sismo volcánico, la señal registrada en diversas estaciones, difiere en forma de onda, duración y espectro de amplitudes en frecuencia. Se asume que estas discrepancias en los registros, son causados por efectos de trayecto, los cuales se acrecentan con la presencia y complejidad de la forma de cuerpos magmáticos en el interior de volcanes.

El estudio emplea el método numérico de diferencias finitas que hace uso de las ecuaciones de movimiento y la definición de esfuerzos para el plano x-z. En este esquema numérico se introduce una fuente de tipo explosivo y se hace uso de una solución de superficie libre irregular que permite utilizar relieves volcánicos del tipo de los estratovolcanes.

Para llevar a cabo el análisis se propagan ondas sísmicas en diversas estructuras interiores. Se parte de la ausencia de cámara magmática y superficie volcánica, para posteriormente introducir progresivamente un cuerpo magmático conformado por un reservorio y chimenea volcánica. A esta chimenea se adicionan además conductos laterales.

Los resultados numéricos demuestran que la propagación de ondas se modifica conjuntamente con la complejidad de la estructura interior y la ubicación de la fuente. Esto se manifiesta en señales de diferente duración, complejidad en la forma de onda y diversas distribuciones de amplitud en la frecuencia. De especial interés son las ondas SV que se generan por reflexión y por transmisión de la onda P en la cámara magmática y conductos. Según nuestras simulaciones esta onda SV se genera independientemente de la forma

y dimensiones del cuerpo magmático. De hecho según las simulaciones, sólo se requiere la presencia de un solo conducto o chimenea para la generación de onda SV.

La confrontación de las simulaciones numéricas con datos reales del volcán Popocatepetl, concuerdan en buena parte con las diferentes duraciones de las señales volcánicas y la complejidad de las formas de onda, así como sus espectros de amplitud en frecuencia. Es evidente que resulta muy difícil reproducir una señal volcánica real, pero nuestros resultados sugieren que las modificaciones en las señales volcánicas están estrechamente relacionadas con los efectos de trayecto.

Por otro lado, se han podido identificar ondas SV en registros del volcán Popocatepetl, que concuerdan en tiempo de llegada y movimiento en la superficie con algunos de nuestros sismos simulados. El resultado sobre la existencia de estas ondas SV, es la identificación y confirmación de un cuerpo magmático en el volcán Popocatepetl, aunque sus dimensiones resultan ser aún cuestionables.

SISG-35

SISMICIDAD EN LA REGIÓN DE EL VOLCÁN EL CEBORUCO, NAYARIT

Rutz Lopez Marta¹, Beltran Robles Yassem² y Núñez Cornu Francisco¹

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

Correo Electrónico: fcornu@pv.udg.mx

² UAS Campus Ixtlán del Río, Universidad Autónoma de Nayarit

Con el objetivo de monitorear el volcán El Ceboruco que se encuentra en el Graben de Tepic-Zacoalco, en el estado de Nayarit y estudiar la actividad sísmica de la región el Gobierno del Estado de Nayarit en Colaboración con el Centro de Sismología y Volcanología de Occidente instaló en febrero de este año una estación sismológica Lennartz Marslite con sensor Le3D de 1Hz, en el volcán.

Gracias a los registros de esta estación se ha podido identificar nuevamente la sismicidad de la zona de Amatlán de Cañas-Ameca, donde existe un rasgo tectónico que ya se había identificado como sísmicamente activo, y se encuentra en la frontera de este mismo graben, dentro del bloque de Jalisco. En los primeros tres meses de operación se han podido localizar 13 eventos con magnitud local entre 3 y 4.

Por otra parte, se han estado registrando eventos tectonovolcánicos en la estructura volcánica de El Ceboruco, que presentan formas de onda con fuerte dispersión de las señales sísmicas.

SISG-36

ESCALA DE MAGNITUD LOCAL (ML) PARA LA REGIÓN LA PAZ-LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

González Escobar Mario, Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, Mayer Geraldo Sergio y Aguirre Estrada Alfredo
CICESE

Correo Electrónico: mgonzale@cicese.mx

En la región de La Paz–Los Cabos, Baja California Sur, México se ha operado en varias configuraciones y periodos una red sísmica digital formada por 10 estaciones de aceleración. Con el propósito de reportar magnitudes confiables y homogéneas de los microtemblores de la región, es necesario contar con una escala de magnitud local. Por tanto, a partir de registros digitales de más de 450 sismos registrados a distancias que van desde prácticamente 0 hasta 250 km se propone una escala de magnitud para la región. Los sismos analizados ocurrieron entre octubre de 1998 y junio de 2003 en la parte sur de la Península de Baja California y el Golfo de California. Mediante un análisis de regresión lineal, alrededor de 3200 amplitudes cero-pico, medidas en sismogramas Wood-Anderson equivalentes, se utilizaron para obtener la función de atenuación $-\log A_0$ utilizada por Richter (1958) en su definición de magnitud local. Los resultados obtenidos al presente permiten establecer la siguiente función de atenuación: $-\log A_0 = 0.7863 \log(r/100) + 0.0047(r-100) + 3$. Simultáneamente, del análisis de regresión lineal se obtuvieron también las correcciones de magnitud para las estaciones sísmicas, con valores entre -0.34 y 0.24 . Con la función de atenuación obtenida, se podrá cuantificar el tamaño de los microtemblores de la región.

SISG-37

ESTUDIOS SISMICOS EN LA COSTA DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO: PUNTA CHINA Y FALLA SAN ISIDRO

Carlos Villegas Jaime, García Arthur Rosalía, Frez Cárdenas José, Nava Pichardo Alejandro, Suárez Vidal Francisco, Méndez Figueroa Ignacio y Farfán Sánchez Francisco
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: jaime@cicese.mx

El mapa regional de sismicidad correspondiente al catálogo de RESNOM muestra más de 100 sismos localizados cerca de Punta China, en la costa, a unos 30 km al sur de Ensenada; esta actividad tiene magnitudes menores de ~ 2.0 y la actividad parece superficial. El catálogo del Sur de California apenas registra esta actividad ya que está por debajo de su magnitud umbral. Ambos catálogos muestran una sismicidad importante asociada a la falla San Isidro cuya traza, en esta región, es paralela y a unos 30 km de la costa. En noviembre y diciembre del 2002, instalamos una red local de 6 estaciones portátiles (RefTek), tres componentes, grabación digital en los alrededores de la planta cementera ubicada en Punta China. Los datos y resultados corresponden a esta red, a otra local que monitoreó la actividad de la falla Agua Blanca y a epicentros extraídos del catálogo de RESNOM.

La sismicidad registrada por la red local en el foco de Punta China es escasa y de magnitud pequeña, posiblemente asociada a una franja de actividad que es perpendicular a la costa. La sismicidad de la falla San Isidro parece más alta que la del foco de Punta China y la de la falla Agua Blanca. Este último resultado, aunque ya indicado

en los mapas regionales, se discute con detalle por su importancia tectónica. Se entrega, además, detalles relacionados con la correspondiente distribución de la sismicidad en el tiempo y evidencia sobre mecanismos focales.

SISG-38

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DEL SISMO DE LORETO QUE OCURRIÓ EL 12 DE MARZO DEL 2003 (MW=6.4) EN UNA FALLA TRANSFORMADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

López Pineda Leobardo, Rebollar Bustamante Cecilio J., Perez-Vertti Arturo y Mendoza Juan A.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: leolopez@cicese.mx

El 12 de Marzo del 2003 ocurrió un sismo de magnitud 6.4 en la falla transformada que une a las cuencas Guaymas y del Carmen. Este sismo fue registrado por las redes sismológicas de banda ancha de NARS-Baja de la Universidad de Utrecht y RESBAN del CICESE. Estas redes están localizadas en la Península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa. El sismo se localizó en 26.5°N y 111.05°W a una profundidad de 5 ± 2 km. Un pre-evento y 40 réplicas fueron localizadas. Las réplicas ocurrieron hacia el sureste del sismo principal a lo largo de una extensión aproximada de 60 km. De la estadística de las réplicas se calculó un valor de b de 0.68. La profundidad y la geometría de la fuente fueron calculadas con el modelado de las ondas S. Una fuente sísmica de 6 segundos de duración se observó claramente en la estación NE77 localizada a 72 km al sur del epicentro. El mejor ajuste entre los sismogramas observados y sintéticos se obtuvo con la siguiente geometría: rumbo $117^\circ \pm 4^\circ$ echado $79^\circ \pm 2^\circ$ y deslizamiento $168^\circ \pm 2^\circ$. El espectro de las ondas S en la estación NE77, sin corrección por atenuación, tiene un decaimiento de -2 a altas frecuencias. Del análisis espectral se calculó un momento sísmico de 4.6×10^{18} Nm, una dimensión de la fuente de 9.7 km y una caída de esfuerzos estáticos en el rango de 13 a 23 bares, suponiendo una fuente circular.

SISG-39

DETERMINACION DE DEFORMACIONES EN PRESAS

Plata Rocha Wenseslao, Ortiz Bueno Candelario y Balderrama Corral Rigoberto
Universidad Autónoma de Sinaloa
Correo Electrónico: e028001@alumno.uasnet.mx

Con la realización de este proyecto se determinarán los desplazamiento de los puntos deformantes de la cortina y comparando éstos con las magnitudes que se tienen del primer ciclo de medición, estaremos en posibilidades de obtener los valores de las deformaciones dentro de los límites de la precisión establecidas, los cuales nos servirán para elaborar graficas que nos permitirán hacer pronósticos del comportamiento de la cortina de la presa tanto en el plano horizontal y vertical, además estaremos en posibilidades de calendarizar las observaciones subsecuentes, así como se utilizará el método geodésico de trilateración, observaciones GPS y nivelación de alta precisión en el establecimiento de la Red de Apoyo.

La observación de las deformaciones de la cortina de las presas en la práctica productiva, es el conjunto de actividades de mediciones geodésicas, el cálculo estadístico y la representación gráfica que se realiza con el objetivo de determinar el grado de deformación de la cortina, independientemente de las causas que lo originan.

Para llevar a cabo estas observaciones es necesario elaborar un proyecto de una red geodésica especial de apoyo horizontal y vertical, en el cual se deben de realizar mediciones geodésicas (distancias, ángulos y desniveles) así como mediciones GPS de la siguiente manera: monumentación de la red de trilateración; medición de distancias con el distanciómetro electrónico TC1800 en la red de trilateración construida fuera de la zona de influencia de las deformaciones; mediciones satelitales utilizando receptores GPS marca Astech de dos bandas; mediciones de ángulos y distancias (con teodolito de alta precisión) hacia los puntos auxiliares colocados sobre la cortina de la presa; elaboración matemática de los resultados de las mediciones de la trilateración en la estación y compensación de la trilateración por el método paramétrico de los mínimos cuadrados; ajuste de la red GPS con el software Astech Solutions y comparación de los resultados obtenidos con los de la trilateración; medición de las magnitudes de las desviaciones horizontales de los puntos deformantes colocados sobre la cortina de la presa, aplicando el método de alineamiento geodésico horizontal y determinación de los desniveles entre los puntos deformantes colocados sobre la cortina de la presa utilizando el método de nivelación geométrica de segundo orden el cual se mide con una precisión de 0.05mm en la estación con el nivel electrónico NA03 marca Leica; obtención de las magnitudes de las deformaciones en el plano horizontal y vertical y grafica de los resultados obtenidos para pronosticar las tendencia de estas magnitudes, así como el calendario de las observaciones.

La elaboración matemática de los resultados de las mediciones nos darán parámetros de los errores obtenidos durante el proceso de medición de campo, con lo cual podremos certificar si el método y la metodología de medición utilizados satisfacen la precisión requerida y con ello concluir que este método utilizado es apropiado para llevar a cabo las observaciones de las deformaciones de las presas.

SISG-40

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD Y PUERTO DE VERACRUZ Y ZONA CONURBADA

Torres Morales Gilbert¹, Samaniego Lermo Javier², Trujillo Riquer Guadalupe³ y Williams Linera Francisco³

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana

Correo Electrónico: giltorres@prodigy.net.mx

² Instituto de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana

El Estado de Veracruz ha experimentado los efectos de sismos importantes que han provocado pérdidas humanas y materiales de importancia, cabe recordar que después del sismo de la ciudad de México en 1985 con 10,000 víctimas, el estado tiene el segundo lugar con el sismo de Xalapa ocurrido en 1920 con 650 víctimas y el tercero con el de Orizaba del año de 1973 con 539 muertes, de aquí la importancia de estudiar las diferentes regiones del estado y los posibles efectos que se tendrían ante un evento sísmico y tomar medidas preventivas para minimizar estos efectos negativos.

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio a cargo de la Universidad Veracruzana y financiado por el Sistema de Investigación del Golfo de México (SIGOLFO) CONACYT, que tiene como objetivo la Microzonificación sísmica de la zona conurbada de la ciudad de Veracruz (ZCV) y busca colaborar a reglamentar para disminuir el riesgo sísmico en las construcciones.

Estos resultados están integrados en mapas con las principales características geológicas, geotécnicas, hidrológicas, daños por sismos históricos, etc., además se indican 176 puntos de registros de vibración ambiental y 3 estaciones acelerográficas temporales con el objeto de registrar sismos para evaluar el efecto de sitio, utilizando las técnicas Estándar y de Nakamura. Con estos resultados se pudieron establecer conclusiones y elaborar un mapa de curvas de isoperíodo y delimitar la ZCV de acuerdo a sus características dinámicas en un mapa final de microzonificación sísmica.

SISG-41

EFFECTOS DE LA INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA EN LA DETERMINACION DEL PERIODO CARACTERISTICO DE VIBRACION DEL TERRENO

Gallipoli Maria Rosaria¹, Mucciarelli Marco¹, Castro Escamilla Raul², Monachesi Giancarlo³ y Contri Paolo⁴

¹ Universidad de la Basilicata, Campus Macchia Romana, Italia
gallipoli@imaa.cnr.it

² Depto. de Sismologia, Division de Ciencias de la Tierra, CICESE

³ Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia

⁴ IAEA, Viena, Austria

En este estudio analizamos el efecto de la vibración de estructuras en la determinación del periodo característico de vibración del terreno en campo libre. Con este objetivo registramos ruido ambiental tanto en campo libre, a diferentes distancias de estructuras civiles, así como sobre las mismas estructuras. Las frecuencias naturales de vibración se determinaron calculando cocientes espectrales entre las componentes horizontal y vertical de los microtemores registrados (método de cocientes H/V propuesto por Nakamura, 1989).

Adicionalmente, medimos la frecuencia natural de un modelo estructural antes y después de someterlo a movimientos fuertes mediante una mesa vibradora, hasta provocar daño estructural. Observamos un decremento en la frecuencia característica de la estructura de cerca de 75 % después de realizar la prueba, debido a una considerable pérdida de rigidez al sufrir daño estructural.

Encontramos que el método de cocientes H/V proporciona estimaciones consistentes del periodo natural de los edificios analizados. También encontramos que la vibración de las estructuras estudiadas tienen un importante efecto en mediciones de campo libre debido a la interacción suelo-estructura, aun cuando las mediciones se realicen a distancias del doble de la altura de la estructura.

Los resultados obtenidos son relevantes para estudios de microzonación en los que se pretende determinar el periodo característico de vibración de sitios localizados en campo libre.

SISG-42

EVALUACIÓN DE LAS ZONAS DE DAÑO EN LA CIUDAD DE XALAPA, VER. POR EL SISMO DE 1920 ($M=6.2$)

Torres Morales Gilbert¹, Lermo Samaniego Javier², Mora González Ignacio¹ y Rodríguez Elizarrarás Sergio¹

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: giltorres@prodigy.net.mx

² Instituto de Ingeniería, UNAM

El 3 de enero de 1920 la zona de Xalapa y pueblos aledaños fueron afectados por un fuerte movimiento sísmico. A las 21:45 horas dió inicio el primero de tres sismos, perceptibles por la población. El epicentro se ubicó aproximadamente a 50 km. al suroeste de la ciudad de Xalapa, en la frontera entre Puebla y Veracruz. El segundo sismo, más fuerte que el anterior ocurrió a las 22:25 horas. Y el último a las 23:01 horas, siendo casi imperceptible. El evento causó importantes daños a la región. Se estima que 650 personas perecieron a causa del macrosismo, 419 por avalanchas de lodo provocadas por el deslave de barrancas. Sólo el sismo de 1985 supera al de Xalapa en número de víctimas en México, quedando el de Orizaba (Cd. Serdán) en la tercera posición.

Xalapa no experimenta sismos frecuentes y mucho menos como el de 1920. Sin embargo, la ciudad no ha sido ajena en el pasado a este tipo de fenómenos. La primera noticia de un sismo local importante data de 1546. Los reportes históricos de este evento indican de la destrucción total de un templo franciscano. Reportes posteriores indican que la ciudad fue afectada por otros temblores de magnitud importante en 1691 y el 13 de noviembre de 1874 donde de nuevo el templo de San Francisco sufrió daños. Un sismo posterior al de 1920 fue el del 25 de julio de 1937, donde numerosas casas sufrieron daños, así como el Palacio de Gobierno del Estado.

El presente trabajo es el resultado de un estudio de zonificación de los daños en la ciudad de Xalapa por los sismos históricos, principalmente el de 1920. Establece las características geológicas-geotécnicas, de los puntos más importantes en las zonas de daño. Enriquecen estos datos, la utilización de vibración ambiental, para estimar de forma aproximada su periodo dominante y su amplitud relativa. Lo anterior, con el fin de establecer el efecto de sitio de cada zona de daño y poder evaluar y entender la respuesta sísmica. La información se resume en forma de mapas georeferenciados, que inician un sistema de información geográfica (SIG) de la ciudad actualizando toda la información existente y generada. Todo esto orientado a servir a futuras investigaciones, así como al inicio de un mapa general de riesgos en la ciudad.

SISG-43

AMPLIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO EN EL VOLCÁN DE CERRO PRIETO, MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, González Escobar Mario, Rocha Guerrero Ernesto, Reyes Serrano Rogelio, Navarro Sánchez Miguel y Valdéz López Tito Armando
Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: vidalv@cicese.mx

El volcán de Cerro Prieto es el único rasgo topográfico en el valle de Mexicali, Baja California, México. Este volcán ha recibido atención debido a las amplitudes altas observadas en registros de velocidad y

aceleración obtenidos, respectivamente, en estaciones ubicadas cerca de la cima y a una altitud media del volcán. Por ejemplo, L. Munguía y colaboradores (1988, Calif. Div. Mines Geol. Rept. OSMS 87-04) reportaron una aceleración horizontal de 1.4 g generada por el sismo de Cerro Prieto de 1987 ($M=5.4$). Sismos del área pero de magnitud menor también han generado amplitudes altas. Para determinar la frecuencia fundamental de sitios al pie y a diferentes altitudes del volcán, registramos ruido ambiental a lo largo de un perfil que lo cruza con orientación N18E. Estos datos fueron complementados con registros de aceleración de 27 sismos ($2.6 \leq M \leq 5.4$) obtenidos en la estación VCP, la cual está ubicada a 110 m de altitud. Una revisión de los registros de ruido revela un periodo predominante de ~ 5 s para sitios ubicados en la base del volcán. Ondas con este tipo de periodo, pero con menor amplitud, también se han observado en sitios sobre el volcán. Con el uso de ruido ambiental y la onda S de los registros de aceleración de la estación VCP, se realizó un análisis espectral H/V. Los resultados preliminares obtenidos de este análisis permiten establecer una concordancia entre los valores máximos H/V obtenidos con ambos tipos de datos: 6.5 (entre 1.8 y 2.6 Hz) con ruido ambiental y 8 (a ~ 1.6 Hz) con registros de aceleración. En la exposición presentaremos y discutiremos los resultados de un análisis similar realizado con datos de los otros sitios considerados en nuestro estudio.

SISG-44

MONITOREO SISMICO DE LA REGION DE TLAXCALA

González Pomposo Guillermo Jorge, Jiménez Barroso Janet, Pérez Soto Antonio, Félix Romero Saby Gabriela y Posada Sánchez Ana Elena

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Correo Electrónico: gugonzal@siu.buap.mx

El Estado de Tlaxcala se localiza en la región centro-oriental de la República Mexicana, en las tierras altas del eje neovolcánico, sobre la meseta de Anáhuac.

La instrumentación sísmica del estado surgió ante la necesidad de conocer las características sísmicas de la región y el obtener información relacionada con los eventos que en ella se registran para evaluar los efectos directos e indirectos que se producen así como el comportamiento de los suelos de la ciudad de Tlaxcala.

Históricamente, el estado ha sufrido el efecto de aproximadamente 40 sismos, cuyos epicentros se localizaron en las ciudades de Tlaxcala, Apizaco y Huamantla, sin olvidar considerar su cercanía a la zona de subducción del país.

En 1996 Meneses Mena plantea instalar tres acelerógrafos en: la unidad deportiva de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, la presidencia auxiliar de San Esteban Tizatlán y el Centro Expositor de la ciudad de Tlaxcala. La disposición de los lugares permitiría que al registrarse eventos, se tuviera la mayor cobertura posible de datos.

En 2001 el Instituto Estatal de Protección Civil del Estado de Tlaxcala establece un convenio con el Laboratorio de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para el monitoreo sísmico del estado y de la ciudad de Tlaxcala.

Mediante este convenio en una primera fase se instala una estación sísmica analógica en las oficinas de Protección Civil del estado y una estación acelerográfica integrada por un DCA-333 en el Parque Xicotencatl del centro de la ciudad capital.

La estación sísmica ha arrojado sus primeros resultados y ha operado ininterrumpidamente desde mayo de 2002.

El primer registro logrado por la estación acelerográfica ha sido el correspondiente al sismo del día 22 de enero del 2003 con magnitud de 7.6 grados en la Escala de Richter en las costas de Colima con aceleraciones máximas de: -2.61 V, -4.36 N90E y 4.40 N00E.

Con estos equipos se pretende analizar las características de los sismos registrados con el fin de obtener datos que permitan elaborar criterios adecuados de análisis y diseño para la ciudad de Tlaxcala que conducirá a elaborar normas y especificaciones indispensables para una apropiada reglamentación sísmica, con la cual, podrá ofrecerse una mayor seguridad para sus habitantes así como el crecimiento a futuro. Actualmente se encuentra en proceso el Proyecto de "Ampliación del Monitoreo Sísmico del Estado de Tlaxcala", en el que participan ambas instituciones.

SISG-45

REPRESENTACIÓN PARAMÉTRICA Y NO-PARAMÉTRICA DE LA MAGNITUD LOCAL EN LA CUENCA DE MÉXICO: ESTIMACIONES CONSISTENTES DE LOGAO Y QS

Ortega Ruiz Roberto¹ y Quintanar Robles Luis²

¹ CICESE

Correo Electrónico: ortega@cicese.mx

² UNAM

Presentamos un estudio de magnitud local en la Cuenca de México usando sismogramas sintéticos Wood-Anderson. Utilizamos todo el registro sísmico disponible de la Red Sísmica del Valle de México (1996-2003). De un total de 1100 valores máximos Wood-Anderson invertimos los términos de sitio fuente y distancia. La curva $\log A_0(r)$ fué expresada en formas paramétricas y no-paramétricas después de corregir el nivel de referencia propuesto por Richter. La forma paramétrica se representa mejor de la forma $\log A_0(r) = -0.48 \log(r/100) - 0.0018(r-100) - 3$, sin embargo nosotros preferimos la forma no-paramétrica que representa mejor los efectos de propagación de las ondas sísmicas. Los resultados de las curvas de atenuación son consistentes con estudios de escalamiento del terreno (Qs, expansión geométrica, y teoría de las vibraciones aleatorias). Además observamos que la magnitud de coda ha sido considerablemente subestimada en el valle de México. Las curvas de atenuación en el valle de México tienen características peculiares en su expansión geométrica y los términos de excitación requieren de valores bajos de caídas de esfuerzo.

SISG-46

LA SEQUENCIA SISMICA DE SANTA MATILDE DE GUAZAPARES, SIERRA DE CHIHUAHUA

Ortega Ruiz Roberto¹, Molina Castulo², Bastrow Noel³, Hincapie Jaime², de la Garza Rodrigo⁴, Dominguez Leobardo⁵ y Payan

Rosendo⁶

¹ CICESE

Correo Electrónico: ortega@cicese.mx

² UTEP

³ PASSCAL

⁴ UACH

⁵ CENAPRED

⁶ Edo. Chihuahua

El poblado de Santa Matilde de Guazapares, localizado en la Sierra Madre Occidental en el límite Sinaloa-Chihuahua, ocurrió un enjambre sísmico durante el periodo Septiembre 2001 a Marzo 2002. En ese periodo un grupo interdisciplinario estudió el fenómeno. Los objetivos principales fueron de asistir a la comunidad del lugar sobre riesgo de este intrigante fenómeno. El enjambre fué detectado debido a que ocurrió exactamente sobre el poblado. A distancias mayores de 4 km era muy raramente apreciado, sin embargo existieron algunos daños en estructuras. No se tienen reportes de actividad sísmica previa. En este trabajo presentamos un reporte del fenómeno así como sus posibles causas, por ejemplo, creemos que se trata de un fenómeno denominado 'Sackungen' relacionados con desplazamiento de tierra en laderas inestables.

SISG-47

ESTADO ACTUAL DE LA RED SISMICA DEL NORESTE DE SONORA, MEXICO (RESNES)

Romero de la Cruz Oscar¹, Castro Escamilla Raul² y Inzunza Romero Luis²

¹ Instituto de Geología, UNAM

Correo Electrónico: oromero@geologia.unam.mx

² Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

La red sísmica del Noreste de Sonora, México consiste de 10 estaciones sismológicas autónomas y digitales distribuidas en la margen poniente del plateau de la Sierra Madre Occidental. El principal objetivo de esta red es monitorear la sismicidad regional y la microsismicidad relacionada con el sistema de fallas normales que forman parte del Basin and Range y que se han relacionado con el gran sismo de Bavispe, Sonora de 1887 (Mw=7.4).

La red sísmica RESNES esta compuesta de 9 grabadoras K2 de Kinemetrics conectadas a episensors de tres componentes y un sismómetro de velocidad L4C. Adicionalmente se instalará próximamente una estación de banda ancha de registro continuo en la sección central del área de estudio. Esta estación consiste de una grabadora Guralp CMG-DM conectada a un sismómetro de banda ancha CMG-40T.

En este trabajo se presentarán resultados preliminares de la sismicidad registrada por la red durante el periodo enero-septiembre de 2003.

SISG-48

DETERMINACION DE LA DIRECCION DE FALLAMIENTO PARA SISMOS PEQUEÑOS Y REGISTRADOS EN REDES LOCALES

Frez Cárdenas José, Nava Pichardo Alejandro y Acosta Chang José Guadalupe
 Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: jofrez@cicese.mx

La utilización del signo de la primera fase de la onda P y de un modelo de falla puntual produce dos planos indistinguibles en la determinación del mecanismo focal de un sismo. Si se emplea un modelo de falla finita y datos telesísmicos, es común determinar el plano y otros parámetros de la fractura, con un procedimiento simple y estándar en que se ajusta sismogramas sintéticos y observados para el paquete de ondas P y utilizando teoría de rayos. Esta situación se complica si los sismogramas provienen de redes locales dada la dificultad en modelar la heterogeneidad lateral.

Sin embargo, con redes locales densas se puede observar el efecto Doppler directamente en sismogramas de desplazamiento. Esta técnica se ha comprobado con registros de un sismo de magnitud 3.6 ocurrido en las cercanías de la falla Vallecitos y aplicado extensamente a sismogramas que provienen del monitoreo de la actividad de la falla Agua Blanca, ambos sitios en B. California, México. Los resultados y sus implicaciones tectónicas son discutidos con detalles.

SISG-49

SISTEMA DE ACCESO REMOTO Y VISUALIZACIÓN DE REGISTROS VÍA INTERNET DE LA RED ACELEROMÉTRICA

Sanchez Rodriguez Julia del Carmen, Natsu Cardenaz Hiroshi y Reyes Zamora Cesar Alfonso
 Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 Correo Electrónico: jsanchez@cicese.mx

Haciendo uso de las herramientas de comunicaciones vía Internet y del sistema operativo Windows XP, hemos desarrollado un sistema de acceso remoto para la operación de sistemas de adquisición de datos basados en el sistema operativo MS-DOS. Para la comunicación con instrumentos operados por comandos vía puerto serial.

El objetivo del sistema de acceso remoto es generar un ambiente de trabajo para la ejecución de comandos desde una PC-Remota Windows XP, que permitan inicializar procesos específicos en una PC-Local MS-DOS a través de la cual da acceso a una red de acelerógrafos

De esta forma, las tareas que realiza el supervisor de la red se ejecutan en un ambiente virtual, por medio de comandos específicos bien definidos.

El procesamiento de los datos generados por la red, se realiza in situ o desde la PC-Remota. Bajo el Windows los datos se transmiten a cualquier lugar vía Internet.

El objetivo principal del sistema es servir como una herramienta para la consulta de información específica de uno o varios sensores, nos permite además generar las gráficas de las series de tiempo y de sus espectros de frecuencia.

Las consultas están organizadas de manera que:

1. El usuario es capaz de visualizar las gráficas por instrumento para un evento específico.
2. El sistema permite organizar las gráficas por sitio de registro y componente.
3. Además, el sistema permite visualizar la respuesta de la estructura del edificio en un mismo sitio para diferentes eventos.

El sistema desarrollado permite que la información pueda ser consultada desde cualquier computadora conectada a Internet usando un navegador independientemente de la plataforma del usuario. Otra ventaja es que el sistema ofrece una interfaz gráfica amigable con la cual los usuarios ya se encuentran familiarizados.

SISG-50

SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE SISMOLOGÍA

Manríquez López Manuel Iván¹, Morales Godoy Héctor², Acosta Chang José Guadalupe¹, Mitrani Abenchuchan Enrique¹ y Gómez Treviño Enrique¹
¹ CICESE

Correo Electrónico: mimanri@cicese.mx

² Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

Se presenta un sistema de adquisición y almacenamiento de datos para aplicarlo en estudios de sismología que se realizan dentro de la División de Ciencias de la Tierra en CICESE.

Las características principales del sistema son: seis canales de entrada analógica con rango de entrada de ± 2.5 V, resolución digital de 24 bits con 3 bits RMS de ruido, selección entre varias velocidades de adquisición, selección de ganancias entre 1 y 1024, almacenamiento en memoria portátil removible y una interfaz USB de comunicación.

El sistema esta basado en un convertidor analógico a digital delta-sigma de 24 bits, un procesador digital de señales el cual lleva las principales tareas del sistema, un microcontrolador para realizar la comunicación con el exterior del sistema vía una computadora portátil y memorias tipo Compact Flash. El sistema reemplazará a los equipos comerciales de 12 bits con los que cuenta actualmente CICESE, y pretende mejorar la respuesta de los filtros de algunos equipos comerciales de 24 bits.

A la fecha se cuenta con un sistema de tres canales con selección individual de ganancia que funciona en modo continuo y que ya realiza el almacenamiento en memoria Compact Flash. La parte analógica está formada por una etapa de acondicionamiento y filtrado de la señal de entrada. La parte digital consiste en un procesador digital de señales en donde se diezman y filtran los datos que serán enviados a la memoria de almacenamiento de largo plazo.

SISG-51

ADQUISICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Arregui Ojeda Sergio Manuel, Vidal Villegas José Antonio,
Orozco León Luis Raúl, Méndez Figueroa Ignacio, Gálvez
Valdez Jesús Oscar, Farfán Sánchez Francisco y Inzunza Romero
Luis

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: sarregui@cicese.mx

Con el propósito de actualizar el sistema de adquisición de datos para la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) se desarrolló un sistema de adquisición nuevo complementado con programación para la visualización de las señales sísmicas. Aunque se tenía un sistema antecesor, que operaba sobre el sistema operativo OS-9 en convivencia con MS-DOS, fue necesario actualizarlo por la obsolescencia del hardware, su inestabilidad y por ser necesarias otras funcionalidades que el viejo sistema estaba lejos de cumplir. Para el desarrollo del sistema de adquisición nuevo se escogió LINUX por ser el sistema operativo que cumplía mejor los requerimientos deseados: manejo de señales en tiempo real, sistema multiusuarios y multitareas, además de ser un sistema confiable, entre otros. En el sistema de adquisición desarrollado se reciben las señales provenientes de 12 estaciones de periodo corto y de una estación de periodo largo. Estas señales se suministran a la computadora a través de una tarjeta multipuerto que permite incrementar la capacidad de la computadora hasta diez puertos serie. A su arribo, las señales se decodifican, cambian de formato y se les incluye marcas de tiempo. Una vez hecho lo anterior, se aplica a cada una de las señales un algoritmo de detección basado en el cociente de promedios cortos entre promedios largos de la señal recibida. Cuando se cumple un criterio de disparo, el sistema procede a declarar un evento y a guardarlo en disco. Los programas para la visualización de las señales en tiempo real permiten inspeccionarlas para saber su estado y calidad (señal sin interferencia, nivel de ruido, continuidad de la señal). El sistema desarrollado permite que el manejo y la visualización de las señales sísmicas grabadas sea más sencilla con respecto a su antecesor por la automatización de tareas, su característica multitareas y su interfase gráfica. Por otro lado, la base de datos de RESNOM es ahora homogénea. Actualmente es posible conjuntar datos de diferentes tipos de señales (periodo corto, periodo largo y banda ancha) en el formato SEISAN, el cual es de uso amplio en sismología.

SISG-52 CARTEL

AVANCES SOBRE EL MONITOREOS SÍSMICOS EN EL CENTRO DE MÉXICO Y EL ALTIPLANO CENTRAL

Gómez González Juan Martín¹, Barboza Gudiño Rafael², Zúñiga
Davila-Madrid Ramón¹, Guzmán Speziale Marco¹, Alaniz Alvarez
Susana A.¹ y Nieto Samaniego Angel F.¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro,
Qro.

Correo Electrónico: gomez@geociencias.unam.mx

² Instituto de Geología, UASLP

Mostramos los avances sobre algunos de los primeros monitoreos sísmicos realizados en la Faja Neovolcánica Transmexicana y el Altiplano Central. Para entender el efecto del estado de esfuerzos regional integramos la mayor cantidad de información posible de otras áreas de Ciencias de la Tierra. Una de las zonas dónde se tiene mejor

conocimiento estructural es Huimilpan, Querétaro. El conjunto local de fallas pertenece al sistema Taxco-San Miguel de Allende, de orientación casi NS. La actividad sísmica registrada durante los monitoreos deja abiertas dos hipótesis, la primera es que se trata de un sistema que esta en plena reactivación. La segunda, no excluyente de la anterior, es que existen estructuras sismogénicas más jóvenes que no tienen expresión en superficie. Otra zona monitoreada fue Arroyo Seco, en los límites de Querétaro y San Luis Potosí. En 2000-2001 ocurrió una secuencia sísmica que duró varias semanas las relocalizaciones muestran una concentración perpendicular a las estructuras mayores. No hubo ninguna ruptura en superficie que ayudará a precisar la zona sismogénica. Por otro lado, en 1999 realizamos un monitoreo de otra secuencia ocurrida en las cercanías de las poblaciones de la Sardina y la Estancia, en Guanajuato. La topografía se caracteriza por tener pocas estructuras visibles, ello incrementa la interrogante sobre el origen de la sismicidad. Como particularidades destacan varios agrietamientos en el suelo que no tienen desplazamiento relativo y que se dice se formaron durante la secuencia sísmica. En lo que respecta al Altiplano Central, realizamos un monitoreo en el Centro Oeste del Estado de San Luis Potosí en 2002, en las poblaciones de Cerritos, el Temazcal y Villa Hidalgo. La actividad sísmica fue débil, en más de 4 meses se registraron en promedio 250 microsismos. El interés por estudiar esta zona está en que la sismicidad histórica y reciente incluyen eventos cuya duración y liberación de energía han causado varios daños.

Sesión

Volcanología y Geotermia

Miércoles 5 — Jueves 6

SALA “C”

VOLG-1

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E ISOTÓPICAS Y ORIGEN DE MANANTIALES TERMALES DE ALTO PH EN LAS INMEDIACIONES DE ACAPULCO, GUERRERO; MÉXICO

Ramírez Guzmán Alejandro H.¹, Taran Yuri² y Armienta M.A.²

¹ Posgrado del Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: halessnssandro2@hotmail.com

² Instituto de Geofísica, UNAM

Manantiales de aguas termales (39-43°C) que descargan en rocas cristalinas y metamórficas del complejo Xolapa en las inmediaciones de Acapulco, México, en una área de aproximadamente 100 km x 50 km, son caracterizados por una salinidad baja (TDS <0.5 g/kg) y el pH muy alto (9.5-10). Los manantiales pueden representar un acuífero regional o un grupo de acuíferos con condiciones similares de circulación y de interacción agua-roca. Los gases presentes en los manantiales son nitrógeno y He enriquecido con alta proporción de Helio radiogenico ($3\text{He}/4\text{He} = 0.12\text{-}0.3$ de la proporción atmosférica). El metano de un manantial presenta concentraciones altas CH_4 (10-12%) enriquecido relativamente con ^{13}C ($\delta^{13}\text{C} = -26\text{‰}$, PDB). Todos manantiales presentan bajos contenidos de CO_2 (<0.05%) y de Rn (8 a 25 Bq/l). Se realizó el modelado numérico de simulación de interacción agua-roca en un reactor de multi-pasos de flujo usando aproximación de la "primera onda", que modela la infiltración (descenso) de agua meteórica a la profundidad de 100 °C la cual asciende a la superficie con un enfriamiento conductivo hasta 40°C. Se demuestra que este tipo de agua muy diluida de pH's altos puede producirse como el resultado de una disolución gradual de granito y re-depositación de minerales secundarios en equilibrio a lo largo de un patrón de flujo. El sistema cerrado con respecto a CO_2 y una baja concentración del carbono del carbonato en la roca que contiene el acuífero son necesarios para la existencia de un pH alto, logrando agua termal del inicialmente neutral o el agua de lluvia ligeramente ácida. La presencia del material carbonoso en las rocas acuíferas puede explicar las concentraciones observadas del metano enriquecido en los manantiales, así como la composición isotópica de su carbono.

VOLG-2

GEOCHEMICAL VARIATIONS IN SPRING WATERS OF VOLCÁN DE COLIMA AND THE COLIMA GRABEN

Varley Nick¹, Carvajal García Ma. Antonia¹, Taran Yuri² y Armienta M.A.²

¹ Universidad de Colima

Correo Electrónico: nick@uclm.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Volcán de Colima has three springs located on its southwest flanks, each 5 – 6 km from the summit. The three have different chemical characteristics, but all show evidence of an interaction with volcanic fluids. The most prevalent is the occurrence of the volatile boron. The results of measurements carried out during the previous 7 years demonstrate that the concentration of this element in each spring has shown a clear relationship with volcanic activity. Increases have been recorded prior to the onset of effusive activity, increases in magma effusion rate or injection into the system. Some variation has been observed with other parameters, but their relation is less clear. Monitoring of various springs related to fault structures of the Colima Graben has revealed an influence of the 22 January 2003 earthquake

(magnitude 7.8) on their geochemistry. Changes were noted in water temperatures, composition and free gas output. In some cases these changes were very short-lived, whilst in others it has been more prolonged. In both cases the value of geochemical monitoring is proven: at Volcán de Colima it offers a valuable tool in understanding its behaviour and predicting future eruptive activity; geochemical monitoring of spring waters offers an insight into the tectonics of the Colima Graben and its relationship with major earthquake events.

VOLG-3

ESTIMACIÓN PARCIAL DE LAS RESERVAS GEOTÉRMICAS DE TEMPERATURA INTERMEDIA A BAJA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Iglesias Rodríguez Eduardo, Torres Rodríguez Joaquín Rodolfo. y Martínez Estrella J. Ignacio

Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

Correo Electrónico: iglesias@iie.org.mx

Como hemos demostrado en trabajos previos, la República Mexicana cuenta con importantes reservas geotérmicas de temperaturas intermedias a bajas ($T < 200^\circ\text{C}$), que en la actualidad son mayormente subutilizadas. Dichos trabajos se enfocaron sobre las reservas agregadas de todos los estados de México con recursos geotérmicos conocidos. En este trabajo presentamos una estimación parcial de las reservas geotérmicas de $T < 200^\circ\text{C}$ para el Estado de Aguascalientes. La estimación es necesariamente parcial porque no se cuenta en la actualidad con la información necesaria para cubrir todos los recursos geotérmicos del Estado.

Por su ubicación en el Eje Neovolcánico Mexicano, el Estado de Aguascalientes cuenta con abundantes recursos geotérmicos. Tanto que, el nombre de su ciudad capital, y por extensión, el del mismo Estado, deriva de la existencia de numerosos manantiales calientes en la localidad. Por ejemplo, nuestra base de datos cataloga 64 pozos de agua que producen fluidos con temperaturas de entre 28 y 52°C y al menos 5 balnearios con aguas termales.

Nuestra estimación incluye aproximadamente 30% de las manifestaciones geotérmicas identificadas, distribuidas en 7 localidades geotérmicas, cuyas áreas que varían aproximadamente entre 2 y 15 km². Para estimar las reservas utilizamos el método de volumen, complementado con simulaciones por el método de Monte Carlo, con el fin de cuantificar las incertidumbres inherentes, y un factor de recuperación de 25%. Nuestros resultados indican que estas reservas están entre 2.4×10^{15} y 5.6×10^{15} kJ, con 90% de confianza. Las temperaturas de yacimiento más probables varían entre aproximadamente 74 y 149°C , lo que permitiría su aprovechamiento en una gran variedad de aplicaciones útiles en el entorno socioeconómico del Estado, como secado de frutas, cereales, madera, bolques de cemento y otros; concentración de jarabes de frutas; evaporación de leche; calor de proceso para las industrias textil, papelería, azucarera, cervecera, refresquera, etc.; invernaderos; cría de peces y mariscos; spas y balnearios, etc. La magnitud de estas reservas, y las de sus temperaturas asociadas, son potencialmente importantes para impactar positivamente el desarrollo económico de las poblaciones localizadas en las inmediaciones de estos recursos.

VOLG-4

PATRONES QUÍMICOS E ISOTÓPICOS DE FLUIDOS DE POZOS DE LOS AZUFRES, MICHOACÁN RELACIONADOS CON LA EXPLOTACIÓN

Barragán Reyes Rosa María¹, Arellano Gómez Víctor Manuel¹, Portugal Marín Enrique¹ y Sandoval Medina Fernando²

¹ Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas
Correo Electrónico: rmb@iie.org.mx

² Residencia Los Azufres, Comisión Federal de Electricidad

Se investigaron los efectos de la explotación en el yacimiento geotérmico de Los Azufres, Michoacán mediante el estudio de los patrones de comportamiento de especies químicas (Cl, CO₂, N₂) e isotópicas (d18O, dD) en los fluidos producidos. Los resultados isotópicos del año 2002 indican mezcla de fluidos del yacimiento con fluidos de reinyección en los pozos AZ-2, AZ-16, AZ-16AD, AZ-18, AZ-33, AZ-36 y AZ-46. Las distribuciones encontradas para oxígeno-18, deuterio, cloruro, CO₂, N₂ (en el fluido total) y el «exceso de vapor» de yacimiento muestran valores máximos hacia el oeste de la zona sur del campo en el área donde se localizan los pozos de reinyección. Los valores disminuyen hacia el este del campo con valores mínimos hacia la zona norte. Se estimaron las temperaturas de yacimiento mediante el geotermómetro de composición catiónica en los pozos productores de mezcla y usando el método FT-HSH2 en pozos productores de vapor y las estimaciones de temperatura muestran valores mínimos (~235°C) en el suroeste del campo. Las temperaturas se incrementan gradualmente hacia el este, con valores máximos (~305°C) en el norte del campo. Los patrones de comportamiento obtenidos muestran la respuesta del campo a la explotación y al cambio en las condiciones termodinámicas del fluido profundo hacia mezcla bifásica con una mayor fracción de vapor.

VOLG-5

PATRONES DE CAMBIO DE LAS CONDICIONES TERMODINÁMICAS DEL FLUIDO DEL YACIMIENTO DE LOS AZUFRES, MICHOACÁN, (1982-2002)

Arellano Gómez Víctor Manuel¹, Torres Rodríguez Marco Antonio² y Barragán Reyes Rosa María¹

¹ Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas
Correo Electrónico: vag@iie.org.mx

² Residencia Los Azufres, Comisión Federal de Electricidad

En este trabajo se presenta un estudio sobre la evolución termodinámica de los fluidos del yacimiento de Los Azufres como respuesta a la extracción y reinyección de fluidos, desde el inicio de su explotación, en 1982 hasta el año 2002. Las condiciones termodinámicas de los fluidos del yacimiento se obtuvieron mediante el simulador de flujo de fluidos y calor en pozos "WELFLO", a partir de datos de producción. Las condiciones termodinámicas iniciales de los fluidos de la zona norte de campo se encontraron en la región de líquido comprimido; la primera respuesta a la explotación consistió en una disminución de presión y un incremento en la entalpía. A largo plazo, estos cambios indican cambios muy pequeños en la presión y grandes incrementos en la entalpía. En la zona sur, las condiciones termodinámicas iniciales de los fluidos indicaron la existencia de líquido comprimido, dos fases líquido dominante, dos fases vapor dominante y vapor. La respuesta de la zona sur a la explotación consistió en una disminución de la presión y un aumento en la entalpía

mientras que a más largo plazo se han observado los siguientes patrones: disminución de presión y gasto, ebullición, enfriamiento, producción de vapor y en los pozos afectados por el proceso de reinyección un aumento en la presión y en la tasa de producción.

VOLG-6

COEFICIENTES CONVECTIVOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR DURANTE LA CIRCULACIÓN EN POZOS GEOTÉRMICOS CON EFECTOS DE TEMPERATURA SOBRE LA REOLOGÍA DE LOS LODOS DE PERFORACIÓN

García Gutiérrez Alfonso

Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas
Correo Electrónico: aggarcia@iie.org.mx

En este trabajo se describe un estudio numérico de los fenómenos de transferencia de calor que ocurren en un pozo geotérmico durante la circulación de lodos y considerando el comportamiento no Newtoniano dependiente de la temperatura de varios fluidos de perforación. El código computacional empleado es totalmente transitorio y permite la estimación de las temperaturas de (a) el fluido de perforación en el tubo de perforación y en el anulo, y (b) en la formación circundante. Se considera también el efecto de las pérdidas de circulación. La viscosidad de varios lodos de perforación se evaluó experimentalmente como función de la temperatura, y las correlaciones derivadas fueron implementadas en el código computacional para evaluar los números adimensionales que describen la transferencia de calor y los coeficientes de película, y consecuentemente, las temperaturas de los lodos y la formación como función de la posición y el tiempo. Los resultados obtenidos usando el pozo LV-3 del campo geotérmico Las Tres Vírgenes como ejemplo, muestran que las temperaturas simuladas son altamente dependientes del lodo de perforación usado en particular, y por ende, el grado de enfriamiento varía ampliamente de una formulación a otra.

VOLG-7

PREDICCIÓN DE LA VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO EN EL INTERIOR DE UNA ZONDA TÉRMICA

Torres Rodríguez Joaquín Rodolfo¹, Iglesias Rodríguez Eduardo¹ y Morales Rosas José Manuel²

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas
Correo Electrónico: rjtorres@iie.org.mx

² Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Las sondas utilizadas para la adquisición de datos de temperatura, presión, flujo, etc., dentro de pozos geotérmicos y petroleros, ha evolucionado grandemente hacia la construcción de herramientas que soporten altas temperaturas. La mayoría de las tecnologías utilizan componentes electrónicos para procesar la información obtenida por los transductores. Los componentes electrónicos generalmente son montados en circuitos impresos situados en el interior de las sondas, y la máxima temperatura de operación para la electrónica comercial es de aprox. 75°C. Para los componentes con especificación militar las máximas temperaturas de operación son del orden de 150°C. En la actualidad solo contadas compañías desarrollan componentes para rangos superiores de temperatura, aunque se conoce de componentes que soportan hasta 200°C.

Debido a las limitaciones que genera el uso de tarjetas electrónicas dentro de las sondas, un componente muy importante en el diseño de sondas tanto en el campo de la Geotermia como en el del Petróleo, es el termo que tiene la función de disminuir y/o retrasar la transferencia de calor hacia el interior de la sonda y por consiguiente disminuir la velocidad de calentamiento principalmente de los componentes electrónicos.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas en su Departamento de Geotermia ha trabajado en el desarrollo de sondas para aplicaciones en campos petroleros y geotérmicos en las cual se utilizan termos. Los termos que se han utilizado hasta la fecha son de fabricación extranjera y en la mayoría de los casos se desconocen sus propiedades térmicas.

En el presente trabajo se caracterizaron las propiedades térmicas del termo utilizado en la sonda geotérmica desarrollada en el IIE, con el fin de predecir o estimar la velocidad de calentamiento en su interior. Esto tendrá como consecuencia un mayor control de los tiempos de permanencia dentro de los pozos y seguridad en la integridad de los componentes electrónicos contenidos en el mismo.

Primero se hace un planteamiento del problema, describiendo el equipo desarrollado en el IIE para la obtención de registros de temperatura, presión y flujo en pozos geotérmicos y se resalta la importancia de utilizar termos en el equipo. Se describen las funciones del termo, su construcción, su ubicación en la sonda y se hace una revisión de problemas similares encontrados en la literatura.

Posteriormente se presenta un modelo conceptual que representa el problema físico, las ecuaciones que corresponden a dicho modelo y se plantean los métodos para su solución. Se hace una breve descripción de cómo se construyó el equipo experimental para caracterizar la sondas, sus principales componentes y las consideraciones tomadas en cuenta para adecuarlo y reproducir las condiciones de campo.

Finalmente se muestran los resultados obtenidos durante la experimentación, se presentan los datos en forma grafica para las diferentes corridas a las temperaturas externas programadas, para los diferentes puntos donde se localizaron los termopares.

VOLG-8

SOBRE EL MODELADO MATEMÁTICO Y SIMULACIÓN NUMÉRICA DE SISTEMAS COMPLEJOS GEOTÉRMICOS, GEOFÍSICOS Y GEOLÓGICOS

Suárez Arriaga Mario César
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Correo Electrónico: msuarez@zeus.umich.mx

Un sistema complejo es todo aquel cuyas propiedades y comportamiento no pueden ser explicadas completamente por la sola comprensión aislada de cada una de sus componentes. Cualquier fenómeno geofísico o geológico, formado por mas de dos partes interactuantes o subsistemas puede considerarse como un Sistema Complejo Natural. Estos sistemas actúan como un todo y no es posible comprender su funcionamiento global sin considerar las interacciones entre todas sus partes. El planeta Tierra como ente geotérmico es una entidad altamente compleja. Los reservorios geológicos conteniendo agua, energía, aceite, gas o minerales son ejemplos concretos de sistemas complejos. Un sistema de esta clase está formado por rocas porosas, deformables de distintos tipos

además de fluidos cuya geoquímica es sumamente compleja. El agua simple cuando se le observa en un rango termodinámico suficientemente amplio resulta ser una sustancia nada sencilla de tal magnitud que, hasta la fecha, no ha sido posible encontrar una ecuación única que explique totalmente su comportamiento. Lo paradójico de este asunto es que las leyes científicas fundamentales son simples. Al menos en la Física y en la Química las cosas pueden explicarse a partir de unos cuantos principios sencillos. Así todo parece simple, todo, excepto el universo y sus interacciones. Discutiendo brevemente la diferencia entre Reduccionismo y Complejidad nuestro, con ejemplos sencillos, que la primera perspectiva ha sido dominante desde las raíces de la ciencia occidental. Pero al momento de abordar el modelado y simulación numérica de sistemas naturales surge de inmediato su complejidad y la necesidad de entender cómo interactúan las partes básicas del sistema. Esta comprensión es más importante que analizar solamente cada una de ellas. La clave de la complejidad radica en comprender cómo a partir de los elementos más simples, y de las relaciones más sencillas, se van tejiendo redes de interacciones que alcanzan la pasmosa complejidad del mundo en que vivimos. Por último, describo brevemente ideas recientes sobre la creación artificial de complejidad a partir del cálculo numérico con autómatas celulares.

VOLG-9

PETROLEO HDROTERMAL ASOCIADO A SEDIMENTOS LACUSTRES EN RIFTS CONTINENTALES: EJEMPLO DEL LAGO DE CHAPALA. PRIMEROS RESULTADOS

Zárate del Valle Pedro F.¹, Simoneit Bernd R.T.² y Ramírez Sánchez Hermes Ullises³

¹ Depto. de Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: pzarate@ccip.udg.mx

² College of Oceanic and Atmospheric Sciences, Oregon State University, Corvallis, OR, USA

³ Instituto de Astronomía, Universidad de Guadalajara

El Lago de Chapala localizado en el occidente de México, parcialmente está emplazado sobre el rift Citla el cual, junto con los rifts de Colima y Tepic-Zacoalco, constituye el conocido Punto Triple de Jalisco. Esta región se caracteriza por su actividad volcánica (Volcán de Fuego, Ceboruco), tectónica (sismo 1995, M=8, 40-50 mm al SW) e hidrotermal (San Juan Cosalá, Villa Corona, La Calera).

Ya es conocida la presencia de hidrocarburos hidrotermales en otros sitios de rifts activos tanto continentales (East African Rift), como marinos (Cuenca de Guaymas). En la región de estudio, en 1868 se reportaron por primera vez "los borbolles de hulla negra o chapopote que, frente a la punta de Columba [ribera sur] allá por 1868 y tiempo después, brotaba flotando como cuero charolado". Por este indicio Petróleos Mexicanos perforó en la segunda mitad del siglo XX el pozo de exploración Chapala I-A de 2,348m de desarrollo con resultados negativos.

El betún estudiado es de color negro, sólido y amorfo constituyendo varias "islas" de 3-4m² las cuales sólo son visibles lo suficiente cuando el nivel del lago desciende permitiendo que sobresalgan. En este sitio la actividad hidrotermal se hace evidente por la presencia de manantiales sublacustres p. ej., Los Gorgos, que brota a 26.80m de profundidad con una temperatura de 48.5°C y un pH de 7.8. estos manantiales están orientados N-S lo cual contrasta con la orientación regional predominante E-W. Se presume que el betún está asociado a fracturas regionales E-W.

Los análisis preliminares del betún de dos de estas "islas" por el método de Cromatografía de Gases acoplado con Espectrometría de masas (GC-MS), señalan la presencia de hidrocarburos alifáticos y la ausencia de: alkanos-n, hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) u otros hidrocarburos aromáticos; lo anterior permite concluir que este hidrocarburo se formó y generó a baja temperatura (150-200°C) teniendo un origen por alteración hidrotermal de la biomasa inmadura (bacterias y algas) atrapada en los sedimentos del lago.

Está en proceso la datación por ^{14}C de este hidrocarburo así como el levantamiento batimétrico local de detalle ya que actualmente (2003) la profundidad promedio del lago es $<4\text{m}$. Se requiere un estudio estratigráfico de la columna sedimentaria para conocer la profundidad de formación y generación del hidrocarburo.

Durante la exploración de energéticos (geotermia) en zonas de rift continentales activos que contengan lagos debe de incluirse la exploración de petróleo hidrotermal ya que los estudios recientes muestran que la formación y generación de hidrocarburos hidrotermal en estos sitios es un proceso evidente.

VOLG-10

LA ACTIVIDAD RECIENTE DEL VOLCÁN DE COLIMA

Reyes Dávila Gabriel A.¹, Ramírez Vázquez Carlos A.¹, Nuñez Cornú Francisco² y Suárez Plascencia Carlos²

¹ RESCO, Universidad de Colima

Correo Electrónico: gard@cgic.ucol.mx

² SisVoc, Universidad de Guadalajara

Durante el último año la actual etapa eruptiva del Volcán de Colima (19.51N, 103.62W, 3850m) nuevamente ha manifestado cambios en su comportamiento. Durante noviembre de 2002 presentó un máximo en su actividad efusiva, conjuntamente con la presencia de señales sísmicas del tipo de tremor, de degasificación y de explosión. Hacia finales de febrero terminó la actividad efusiva predominando desde entonces los eventos sísmicos del tipo de explosión, presentándose los mayores de ellos el 17 de julio y el 2 de agosto del presente año. Si bien las explosiones son de características similares a los ocurridos durante 1999 y 2001, en esta ocasión los premonitores a las mismas han sido menores. El reciente terremoto del 22 de enero del 2003, Mw 7.6 y localizado a aproximadamente 80 kms al sur del volcán, aparentemente y hasta ahora, no ha influido en su actividad.

VOLG-11

MONITOREO GEOFÍSICO DEL VOLCÁN DE COLIMA, ESTADO ACTUAL DE LA ACTIVIDAD

Domínguez Reyes Tonatiuh, Ramírez Ruiz Juan José, Bretón Gonzalez Mauricio, Reyes Dávila Gabriel A., Cortes Cortes Abel, Navarro Ochoa Carlos y Santiago Jimenez Hydyn
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: tonatiuh@cgic.ucol.mx

El Volcán de Colima o Volcán de Fuego de Colima (19.51 N, 103.62 W, 3,950 m) es uno de los volcanes más activos en México. Se localiza en el extremo occidental del Cinturón Volcánico Mexicano y forma, junto con el volcán inactivo Nevado de Colima, un complejo volcánico.

La red sísmica (RESCO), ha registrado las últimas 3 erupciones efusivas (1991, 1998-1999 y 2001-2003). Para la erupción de 1998, se contó además, con un distanciómetro para medir la deformación del edificio, con un espectrómetro de correlación (COSPEC) para medir la cantidad de SO_2 de la fumarola y con un sistema de recepción de datos de satélite para registrar temperaturas del cráter y dar seguimiento a las emisiones de ceniza.

Actualmente el Observatorio Vulcanológico cuenta también con una red de inclinómetros, dos cámaras de video que registran de manera continua la actividad y muestreo geoquímico periódico de los manantiales cercanos al volcán. Se tiene proyectado incluir durante el presente año tres parámetros más de monitoreo: gravimetría, magnetometría y gas radón en superficie.

La última erupción, que se desarrolló durante un periodo de 15 meses de efusión de lava, terminó en febrero de 2003, se considera como una de las más largas de los últimos 50 años. Cada erupción registrada instrumentalmente, tiene sus características propias. Esta última por ejemplo, se caracterizó por una actividad sísmica previa a la salida del magma prácticamente nula, y por periodos de tremor de gran amplitud durante la etapa de emisión de lava.

Actualmente se encuentra en una etapa explosiva y se han registrado 2 explosiones importantes que han causado lluvia de ceniza y alarma entre la población. Los parámetros de monitoreo parecen indicar que la actividad que no hay por el momento aporte de magma y la actividad actual es debido a la degasificación del magma atrapado en el conducto.

VOLG-12

PROCESAMIENTO DE SISMICIDAD VOLCÁNICA: EXPLOSIONES Y TREMORES EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA I

Cerda Chacón Juan Carlos¹, Nava Pichardo Alejandro¹ y Reyes Dávila Gabriel A.²

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: jcerda@cicese.mx

² RESCO, Universidad de Colima

Se desarrolló el programa PSV03 para el procesamiento y análisis de datos sismológicos, con la finalidad de obtener tiempos de arribo, absolutos o relativos, de señales sísmicas a las estaciones de una red sismológica. Dichos tiempos fueron utilizados para localizar las fuentes de las señales utilizando el programa Disloca, que utiliza un modelo simplificado de la estructura de un volcán representada mediante un cono truncado que sobreyace capas horizontales.

El programa PSV03 incluye:

- Herramientas convencionales de despliegue de datos: cursor, zoom, espectros de Fourier y envolvente analítica.
- Herramientas de filtrado: integración, filtro pasabajos causal ARMA y no causal Hamming, así como filtros rendija, pasabanda y plantilla, estos tres últimos desarrollados para enfatizar el parecido de formas de onda registradas en distintas estaciones.
- Métodos de determinación de tiempos relativos: correlación cruzada, filtro de Wiener, comparación de envolturas, comparación de formas y determinación de fases de Fourier relativas. La técnica de determinación de fases relativas funciona

particularmente bien para la determinación de tiempos de arribo para señales sostenidas (como tremor) y utiliza una nueva herramienta, Espectro mínimo, que ayuda a escoger la frecuencia a utilizar.

Las herramientas implementadas en el programa PSV03 fueron aplicadas a la sismicidad registrada por RESCO en el Volcán de Colima durante noviembre 1998 y febrero a julio de 1999. Algunos resultados de dicha aplicación serán presentados en la segunda parte de esta plática.

VOLG-13

PROCESAMIENTO DE SISMICIDAD VOLCÁNICA: EXPLOSIONES Y TREMORES EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA II

Nava Pichardo Alejandro¹, Cerda Chacón Juan Carlos¹ y Reyes Dávila Gabriel A.²

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: fnava@cicese.mx

² RESCO, Universidad de Colima

Se presenta algunos resultados de la aplicación del programa PSV03 al procesado y análisis de la sismicidad registrada por RESCO durante noviembre 1998 y febrero a julio de 1999. Mediante las herramientas de PSV03 fue posible obtener tiempos relativos de llegada que fueron usados para localizar fuentes sísmicas mediante el programa Disloca.

Once explosiones fueron localizadas dentro del edificio volcánico, agrupadas en la cercanía de El Volcancito y sugiriendo una alineación posiblemente importante.

Utilizando el método de fases de Fourier relativas Buscafase, facilitado por la herramienta del Espectro mínimo, fue posible localizar once episodios de tremor agrupados en tres extensiones de profundidad. Del análisis de estos tremores se encontró:

- a) Clara correlación entre profundidad de fuente y forma de onda, particularmente clara en el dominio de frecuencias.
- b) Posible migración de fuentes de someras a profundas antes de la ocurrencia de una fuerte explosión.
- c) Efectos de estructuras locales sobre señales sísmicas.

VOLG-14

SEGUIMIENTO DEL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPLOSIVA DURANTE EL 2003 DE EL VOLCÁN COLIMA Y EL MONITOREO DE LOS CAMBIOS MORFOLÓGICOS EN EL CRÁTER

Suárez Plascencia Carlos¹, Nuñez Cornu Francisco² y Reyes Dávila Gabriel A.³

¹ Depto. de Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara

Correo Electrónico: csuarez@cencar.udg.mx

² Centro de Sismología y Volcanología de Occidente

³ Red Sismología del Estado de Colima, Universidad de Colima

El Volcán Colima localizado en el occidente de la Faja Volcánica Mexicana, ha presentado a partir del 10 de febrero de 1999 una alternada actividad efusiva y explosiva, lo que ha generado constantes

cambios morfológicos en su cima. Durante las explosiones ocurridas durante el año 1999, el 2000 y principios del 2001, se formó un cráter con dimensiones de 260 por 225 metros una profundidad promedio de 40 m. Este cráter fue llenado a partir del 31 de octubre del 2001 por un Domo que alcanzó un volumen aproximado 1.5 millones de m³. En la primera semana del mes de febrero del 2002 este domo alcanzó el borde sur, comenzando a formar derrames por los flancos sur, noreste y oeste, de los cuales se desprendían constantes derrumbes de rocas de sus frentes, producto de la constante emisión de lava por el domo. Esta actividad efusiva se mantuvo durante el 2002, existiendo pequeñas desgasificaciones y explosiones en este período. En el mes de abril del 2003 comienzan a incrementarse el número de explosiones y desgasificaciones en el Domo, siendo estas más energéticas durante los meses de mayo y junio, las cuales fueron registradas visualmente por la "Base Bravo Néctar" de Protección Civil del Estado de Jalisco (UEPC), ubicada en el Nevado de Colima, así como instrumentalmente por RESCO de la Universidad de Colima y la Red Telemétrica de Jalisco de la UEPC.

Con la información aportada por el vuelo realizado en el helicóptero del Gobierno del Estado de Jalisco, se observó que el domo había cambiado totalmente su morfología a la presentada en febrero del 2002, identificándose la desaparición una amplia superficie de la sección superior del domo, existiendo un nuevo cráter de forma cóncava y elipsoidal con dimensiones aproximadas de 140 x 100 m y una profundidad de 15 m en su parte central, este presentó en su base una morfología de salpicaduras y pequeños cráteres de explosión, resultado esta de que parte del material expulsado en la columna eruptiva durante los eventos explosivos vuelve a caer dentro del cráter.

En el sector sureste del Domo se identificó otro cráter de forma elíptica que presentó dimensiones aproximadas de 30 por 20 m y una profundidad de 15 m, en donde se apreciaron pequeñas pero continuas explosiones durante el sobrevuelo del 15 de mayo. Este cráter se asocia a explosiones de origen más profundo. Los bordes del domo del 2002 se mantienen, observándose en el sector oeste un escarpe totalmente inestable, en el cual pueden sucederse derrumbes, que quedarían depositados en la zona del Playón.

En la madrugada del 17 de junio se sucedió una explosión que alcanzó una altura aproximada de 2000 m, la cual fue de menor magnitud que la del 22 de febrero del 2000; el 2 y el 28 de agosto ocurrieron otras explosiones, siendo estas las más fuertes registradas en los dos últimos años. Ambas explosiones fueron precedidas de acuerdo a RESCO de prolongados períodos de tremor. Esta actividad explosiva también presentó desgasificaciones en forma de "jets" con duración de algunos segundos hasta un poco más de un minuto y alturas de aproximadamente 500 metros, como la ocurrida el 7 de junio, localizándose su punto de emisión en el cráter del sector sureste. Las columnas eruptivas empezaron a alcanzar mayores alturas, dado que el conducto presenta menos resistencia a la salida del material explosivo, donde la energía sísmica liberada es cada vez menor, concentrándose la mayor parte de la energía en la exhalación.

Como consecuencia de esta actividad explosiva, en el último vuelo se apreció un importante cambio en la morfología del Domo a la observada en el mes de mayo. El cráter tiene dimensiones aproximadas de 160 x 120 m, en donde su profundidad alcanzó aproximadamente los 30 m. El cráter del sector sureste también se ensancho y profundizó. Los bordes del domo presentan una morfología irregular y una serie de bloques heterométricos lanzados por las constantes explosiones.

VOLG-15

ERUPCIÓN 2002-2003 DEL VOLCÁN DE COLIMA: VOLUMENES, TASAS DE EXTRUSIÓN Y EXTENSION DE FLUJOS DE LAVA

Navarro Ochoa Carlos y Cortes Cortes Abel
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: naoc@cgic.ucoi.mx

La erupción 2002-03, presentó la mayor duración de tiempo de extrusión de lava en los últimos 40 años y posiblemente con las tasas mas bajas de extrusión en ese tiempo. Presentó cortos flujos de lava andesítica en bloques practicamente por todos su flancos a partir de un domo en la cima, al mismo tiempo generó pocos flujos piroclásticos de tipo Merapi de corto alcance. Su principal extrusión consistió en bloques de lava emitidos de diferentes bocas a partir del domo alimentador en la cima y de los frentes de lava de poca extensión. El episodio efusivo terminó gradualmente a mediados de febrero de 2003. Posteriormente el volcán cambió de estilo eruptivo presentando explosiones del domo. Actualmente (30 de agosto de 2003) el domo en la cima (aprox. 2×10^6 m³) han desaparecido y en su lugar existe un crater de aprox. 200 m de diametro por 20 a 30 m de profundidad). Este patron es muy similar al presentado durante 1999-2001 por este volcán, cuando destruyo el domo anterior formado en 1998-1999.

VOLG-16

MODELLING THE ERUPTIVE PROCESSES OF VOLCÁN DE COLIMA

Varley Nick y Gavilanes Ruiz Juan Carlos
Universidad de Colima
Correo Electrónico: nick@ucoi.mx

The most recent eruptive period of Volcán de Colima commenced in 2001 with an explosion in February, then periods of dome building from May onwards. Once the crater had been filled, lava flows followed with associated rockfalls. Based upon GPS measurements and derived digital elevation models, the dome volume was calculated to be 0.96 million m³. The eruption was characterized by a low rate of effusion (mean of 0.16 m³ s⁻¹) but lasted 22 months, longer than any episode of recent years. Once the effusion had ceased in March 2003, the activity rapidly changed to explosive, characterised by lower energy degassing and higher energy ash-laden events. The frequency of these small vulcanian explosions reached over one per hour, before decreasing to around one per day in August 2003. The stream of smaller events was punctuated by three larger events on 17 July, 2 and 28 August. These produced ballistics that reached 2 km from the crater and comprised of both dome fragments, but also juvenile material. Throughout this period, a relatively low continual flux of SO₂ was measured, but larger volumes were released as part of the explosive events. A study of the distribution of impacts indicates a different pattern to the explosions of 1999 and 2001. Various geochemical and geophysical parameters showed temporal fluctuations that related to changes within the volcanic system. The data has been combined to produce a model of the eruption that relates different aspects of its behaviour.

VOLG-17

PATRONES ONDICULARES EN TIEMPO-FRECUENCIA ASOCIADOS A ERUPCIONES Y EXPLOSIONES DEL VOLCÁN DE COLIMA

Vargas Bracamontes Dulce¹, Nava Pichardo Alejandro¹ y Reyes Dávila Gabriel A.²

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Correo Electrónico: dvargas@cicese.mx

² Red Sismológica de Colima, Universidad de Colima

Con la intención de estudiar la evolución en las frecuencias de las señales sísmicas volcánicas que anteceden episodios eruptivos y explosivos, se analizó mediante la transformada ondicular, la actividad sísmica de uno de los periodos más activos del volcán de Colima, el de julio de 1998 a julio de 1999, registrada por la Red Sismológica de Colima (RESCO).

Se empleó la transformada ondicular por ser una herramienta que, comparada con la usual transformada seccional de Fourier, posee mejor resolución en el plano tiempo-frecuencia (o escala).

El análisis realizado permite observar concentraciones claras de energía en determinadas bandas de frecuencia (o escala) en los episodios de interés. Tras cuantificar los patrones, se explora la posibilidad de aplicar la metodología en la evaluación del peligro volcánico.

VOLG-18

AMENAZAS DE LAHARES EN LAS ZONAS SE, S Y SW DEL VOLCÁN DE COLIMA, DURANTE LA PRESENTE TEMPORADA DE LLUVIAS

Cortés Cortés Abel y Navarro Ochoa Carlos
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: abel31@hotmail.com

Hasta la fecha, sobre la Barranca Montegrande, zona SE, se han emplazado tres flujos de lahar, producto de la removilización de material piroclástico emitido por el Volcán de Colima, durante su presente actividad explosiva. El primero y más grande de ellos, ocurrido el 5 de agosto de 2003, alcanzó una distancia de 7 km a partir de su punto de origen. La generación y emplazamiento de futuros flujos de lahar a lo largo de la Barranca Montegrande podría afectar nuevamente la infraestructura eléctrica instalada en esta zona, como lo fue en el verano de 2001 por uno de estos flujos de lahar. A lo largo de La Barranca San Antonio, zona S, se han emplazados dos pequeños flujos de lahar alcanzando distancias de 1.5 a 2 km a partir de su punto de origen. En la zona SW, Barranca La Lumbre, hasta la fecha se ha emplazado un pequeño fuljo de lahar que alcanzó una distancia mayor a los 10 km. Este lahar, removilizó considerablemente el material en la base de uno de los pilares del puente recientemente construido, dejando al descubierto la base de la estructura de protección. La generación de nuevos flujos de lahar de mayor volumen, y emplazados sobre la Barranca La Lumbre, podrían dañar considerablemente la estructura del puente.

VOLG-19

GEOQUIMICA DEL SISTEMA VOLCANO-HIDROTHERMAL DEL VOLCAN TACANA

Rouwet Dmitri¹, Taran Yuri¹, Inguaggiato Salvatore² y Varley Nicholas³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: dmitrirouwet@hotmail.com

² Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia

³ Universidad de Colima

El volcan Tacana (4100 m.s.n.m.), situado en la frontera entre Chiapas y Guatemala, es considerado como un volcan activo. En mayo de 1986, despues de una explosion freatica, se formo un campo fumarolico a una altitud entre 3200 y 3600 m.s.n.m. Alrededor del volcan, a altitudes entre 1500 y 2000 m.s.n.m., existen varios manantiales termales, con temperaturas hasta 63°C. La composicion quimica de las aguas termales del Tacana en el periodo 1986-1993 fue presentada por Medina (1986), De la Cruz-Reyna et al. (1989) y un analisis quimico del gas fumarolico fue publicado por Capaccioni et al. (1986).

Este estudio presenta la primera serie de datos de isotopos de aguas y gases: hidrogeno, oxigeno, carbon y helio. Ademas, se presentan los datos sobre la quimica de las aguas termales y gases, mucho mas detallados que antes. La isotopia de H y O de las aguas termales del Tacana muestra que el agua meteorica tiene la contribucion mas importante. La geotermometria de cationes de las aguas termales confirma esta contribucion meteorica, como todas las aguas son aguas no maduras en un sistema de interaccion agua-roca dinamica con una infiltracion constante de aguas meteoricas frescas (6000 mm/año de precipitacion). Las concentraciones relativamente altas de bicarbonato (hasta 1100 ppm) y sulfato (hasta 1200 ppm) en las aguas termales muestran una desgasificacion importante hasta altitudes de 2500 m debajo de la cima del volcan, que indica la presencia de un sistema volcano-hidrotermal extenso y complejo.

La isotopia de He de gases libres y disueltos confirma la existencia de una contribucion magmatica, igual en los gases fumarolicos (6.6 R/Ra) que en los gases muestreados en los manantiales termales (5.7-6.2 R/Ra para el gas libre y entre 0.50 y 5.55 R/Ra para el gas disuelto). Estos valores son tipicos para gases liberados en volcanes de arcos magmaticos clasicos. Los valores mas bajos para la isotopia del He disuelto se deben probablemente a una interaccion del basamento granitico, que se encuentra a altitudes hasta 2000 m.s.n.m.

La composicion isotopica de carbon del CO₂ del gas fumarolico confirma la contribucion magmatica en el sistema volcano-hidrotermal del Tacana (-3.56 ‰ vs PDB), igual como el carbon total disuelto con valores de delta13C entre -1.40 y -3 ‰ vs PDB.

Las concentraciones de bicarbonato y sulfato corresponden con estas medidas en el manantial de Agua Caliente hasta diciembre de 1993, mas de siete años despues de la explosion freatica, que no hace sugerir cambios en la actividad volcanica los ultimos diez años. Estos primeros datos de isotopos y quimica de manantiales muestreados por primera vez, dan una caracterizacion general de los fluidos involucrados, mientras que series de datos siguientes eventualmente pueden describir los cambios en el sistema volcano-hidrotermal del Tacana y en la actividad volcanica relacionada.

VOLG-20

EL CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO DE VALLE DE BRAVO, EDO. DE MÉXICO. GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA

Aguirre Diaz Gerardo J.¹, Jaimes Viera M. del Carmen¹, Nieto Obregón Jorge² y Lozano Santacruz Rufino³

¹ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro.

Correo Electrónico: ger@geociencias.unam.mx

² Facultad de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM

Un campo volcánico monogenético, denominado el Campo Volcánico de Valle de Bravo (CVVB), se ubica en el frente sur del sector central del Cinturón Volcánico Mexicano. El campo, localizado al SW del Nevado de Toluca, entre Villa Victoria, Zitácuaro, y Tejupilco (99°50'50"-100°29'40"W, 18°48'35"-19°28'45"N), cubre un área aproximada de 3,703 km² e incluye al menos 122 conos cineríticos, 1 volcán escudo, varios domos, y dos complejos de domos, el ya conocido Complejo Volcánico de Zitácuaro, y el Complejo Volcánico de Villa de Allende, prácticamente desconocido. Parámetros morfométricos de los conos cineríticos y de los domos, y una calibración con edades radiométricas publicadas por Blatter et al. (1998), permiten distinguir 4 grupos con un rango de edades desde Plioceno a Holoceno. Realizamos análisis químicos FRX a 29 muestras. Todos los productos analizados son de la serie calco-alcalina, en el rango de andesitas a dacitas, con una tendencia traquítica, ligeramente potásica, en los productos más básicos (serie calco-alcalina rica en potasio). No encontramos basaltos o andesitas básicas. Aunque se han reportado shoshonitas, nosotros no las encontramos, a pesar de haber colectado muestras de las mismas localidades. En general, las lavas del CVVB son andesitas con una amplia variación en MgO (1-9 wt%), contenidos normales de Na₂O (3-5 wt%) y Al₂O₃ (16-18 %wt), y un rango normal a alto de TiO₂ para este tipo de rocas (0.6-1.2 wt%), donde las andesitas más potásicas son también las más ricas en TiO₂, MgO y FeO. Es común observar andesitas con abundante olivino que parecen xenocristales o incluso pequeños xenolitos del manto, aunque no descartamos todavía un origen co-magmático para éstos. El olivino no fue separado en los análisis químicos, lo que explicaría el alto contenido de MgO y FeO en estas andesitas. Algunas andesitas del CVVB tienen muy altos contenidos de Sr (1000-1800 ppm), sugiriendo procesos adakíticos en su génesis. Las andesitas ricas en Sr tienen también altos contenidos de Ba, Cr, Ni, Cu, CaO, y MgO. Por su parte Y y Nb tienen valores bajos y típicos de rocas orogénicas, aunque Zr (100-200 ppm) está un poco arriba de los valores normales para andesitas (50-150 ppm). El único volcán escudo del CVVB, el volcán San Agustín (base=9 km), se ubica, en general, en o cerca del centro de las tendencias en los diagramas químicos y casi corresponde a la composición promedio del CVVB. Aunque no se fechó, parece ser uno de los primeros eventos del CVVB. Excepto este caso, en general las rocas del CVVB se hicieron más básicas con el tiempo, iniciando con dacitas (SiO₂=66, MgO=1.1), pasando a andesitas promedio (SiO₂=57, MgO=5) y terminando con andesitas bajas en sílica (SiO₂=53, MgO=9.4). A diferencia de otros campos monogenéticos del Cinturón Volcánico Mexicano, el CVVB no incluye basaltos (a pesar de incluir andesitas ricas en olivino) ni lavas alcalinas o de tipo OIB, en base a los datos hasta ahora disponibles.

VOLG-21

MAGNETOMETRÍA APLICADA A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS VOLCÁNICOS EN LA REGIÓN DE LA JOYA HONDA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO; INFORME PRELIMINAR

López Loera Héctor y Aranda Gómez José Jorge
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
Correo Electrónico: hlopez@ipicyt.edu.mx

En la región de Ventura, SLP hay varios volcanes monogenéticos que definen alineamientos NW-SE. Los productos volcánicos cubren áreas pequeñas y descansan sobre caliza mesozoica. El volcán más espectacular en Ventura es Joya Honda (JH) que es un cráter profundo (< 300 m) excavado en la caliza. El magma que formó JH es basanítico e interactuó con agua contenida en fracturas en la caliza. La tefra, expuesta principalmente al norte del cráter, tiene en su base las características de un anillo de toba, lo que sugiere una cantidad limitada de agua en el sistema durante las fases iniciales de formación del maar. La parte superior de la secuencia es similar a un cono de toba, lo que implica agua abundante al final de la erupción. Un modelo general para la formación de los maares propuesto por Lorenz (Bull. Volcanol. 48, 1986) sugiere que debajo de los cráteres existen diatremas y que el sistema maar-diatrema es formado por el desarrollo progresivo de un cono de abatimiento en el acuífero. Dado que existe un gran contraste entre la susceptibilidad magnética de la basanita y la caliza, Ventura es un lugar idóneo para investigar, mediante el uso de la magnetometría, si los alineamientos de volcanes están unidos a profundidad por un dique alimentador y si abajo del maar JH existe una diatrema.

En la carta aereomagnética 1:250,000 (COREMI, 1995), basada en datos colectados a 450m de altura, se observa que Ventura está en el límite entre dos sectores magnéticos (Sec I y Sec II). Sec I tiene señales con amplitudes bajas (40 nT) y frecuencias altas y se asocia a afloramientos dominados por sedimentos marinos mesozoicos. Sec II tiene amplitudes (20 nT) y frecuencias bajas y coincide con una región con afloramientos de rocas volcánicas félsicas del Terciario. El área de la JH se ubica dentro de Sec I y se correlaciona con una anomalía aeromagnética monopolar, con forma alargada en dirección NW-SE. El cráter coincide con una protuberancia magnética pequeña ubicada al SE de la anomalía, la cual está limitada probablemente hacia esa dirección por una zona de falla de dirección NNE-SSW. La información aeromagnética no permite suponer la existencia de un dique alimentador entre las diferentes estructuras volcánicas existentes en la región de Ventura ya que no existe una continuidad magnética entre estas estructuras.

Se realizaron cinco secciones magnéticas terrestres con una longitud total de 18km. Las lecturas fueron cada 25m y en ellas se obtuvo la intensidad del campo magnético y el gradiente vertical, calculándose el gradiente horizontal. Interpretación de la información terrestre sugiere hasta seis dominios magnéticos, diferenciados por sus intensidades y frecuencias. En el cráter se observa claramente un contraste entre la zona central y la zona periférica. La primera presenta en una sección NE-SW una anomalía monopolar simétrica con valores contrastantes en sus gradientes vertical y horizontal, a partir del centro de la anomalía. Se modelará para establecer si la anomalía en el cráter corresponde a un dique de basanita o una diatrema de caliza y basanita.

VOLG-22

SISMICIDAD EN EL ÁREA DEL VOLCÁN SAN MARTÍN, LOS TUXTLAS

Zamora Camacho Araceli, Espíndola Castro Juan Manuel y Pacheco Javier
Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: zaraceli@yahoo.com.mx

El volcán San Martín en Los Tuxtlas, Veracruz es uno de los volcanes activos de México. Su última erupción tuvo lugar en 1793 y duró varios meses en los que esparció ceniza en una vasta área. A pesar de estos antecedentes existen pocos estudios geofísicos sobre el mismo con interés volcanológico. Como parte de un proyecto que contempla el estudio geofísico de este volcán se estableció una red sísmica básica con 3 estaciones, para el estudio preliminar de la sismicidad en el área. El objetivo de esta red fue el de registrar el tipo de señales características del área y establecer su tipo. También se pretendía registrar sismos lejanos con objeto de determinar por medio de su análisis algunas de las características de la estructura tectónica del área. En este trabajo se exponen los resultados de este estudio preliminar

VOLG-23

INSTALACIÓN DE LA PRIMERA ESTACIÓN SÍSMICA EN EL VOLCÁN CHICHÓN

Quass W. Roberto¹, Guevara Ortiz Enrique¹, Castelán P. Gilberto¹, Martínez B. Alicia¹, Ortiz Castro Javier¹, Morquecho Zamarripa César¹, Alarcón Ferreira Ana María¹, Vázquez L. Jazmín¹, Alonso R. Paulino¹, Ramos H. Silvia² y Chan Alfredo²

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

Correo Electrónico: mariana@sequia.cenapred.unam.mx

² Sistema Estatal de Protección Civil de Chiapas

Dentro de las actividades que desarrolla el Centro Nacional de Prevención de Desastres, se encuentra la de apoyar en la instrumentación de sistemas de monitoreo para la vigilancia de volcanes activos en México. En el año 2002, en colaboración con el Sistema Estatal de Protección Civil de Chiapas y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), se elaboró la propuesta para la instalación de una red sísmica básica en el volcán Chichón. El volcán se localiza al Sureste de Ostucán y Suroeste de Ixtacomitán, en las coordenadas 17.36°N y 92.23°W en el estado de Chiapas con una altitud de 1260 msnm. La propuesta consta de tres estaciones sísmicas, tres estaciones repetidoras y un Puesto Central de Registro que se ubicará en Tuxtla Gutiérrez, Chis. En el mes de marzo del presente año se concluyó la construcción de la primera caseta en el volcán, localizada al Suroeste del volcán, en las coordenadas 17°21'N y 93°13'W, a una altura de 1000 msnm. A partir de ello comenzaron los preparativos para la instalación tanto de los instrumentos sísmicos, como de los enlaces de comunicación entre la estación y el Puesto Central de Registro (PCR).

A principios del mes de mayo del presente año se instaló la primera estación de monitoreo, los trabajos realizados consistieron en la instalación de paneles solares, instalación de una torre de comunicación de 9 metros de altura (con ayuda de personal de la Secretaría de Obras Públicas de Chiapas), un adquisidor K2 y su antena, un sensor de periodo corto modelo SS1 Ranger y un controlador de carga. A partir de ésta fecha la estación opera satisfactoriamente.

Debido al modo en que actualmente está operando el equipo sísmico, se realizan visitas periódicas por parte de personal de Protección Civil de Chiapas para obtener los registros de la sismicidad del volcán, los cuales son enviados a CENAPRED para su revisión.

VOLG-24

EL PROCESO SISMICO ANTES DE LA ERUPCION DEL VOLCAN USU, HOKKAIDO EN 2000

Zobin Peremanova Vyacheslav¹, Nishimura Yuichi² y Miyamura Jun'ichi³

¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: vzobin@cgic.ucol.mx

² Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University,
Sapporo, Japan

³ Sapporo District Meteorological Observatory, Sapporo, Japan

La erupción lateral del volcán dacítico Usu, Hokkaido en 2000 fue precedida por la actividad sísmica durante cuatro días antes de la erupción. El enjambre de los sismos volcánico-tectónicos fue registrado a las profundidades entre 4 y 5 km. El estudio de los espectros de las ondas P de alrededor de 600 eventos sísmicos de magnitud entre 2.5 y 4 nos permite dividir los sismos a dos grupos, de la frecuencia de esquina baja (< 10 Hz) y la frecuencia de esquina alta (> 15 Hz). Los eventos del segundo grupo ocurren dos días después del inicio del enjambre, simultáneamente con una gran deformación del edificio volcánico. El análisis de las variaciones de los sismos de los dos grupos de frecuencia en espacio y tiempo conjunto con las variaciones en la deformación sísmo-tectónica de la estructura volcánica está presentado.

VOLG-25

ESTRATIGRAFIA DEL CRÁTER DE EXPLOSIÓN "HOYA LA CÍNTORA", GTO.

Puente Solís Rafael y Carrasco Núñez Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro
Correo Electrónico: rpuente@geociencias.unam.mx

La Hoya La Cíntora es uno de los varios cráteres de explosión (maars) que conforman el campo de Valle de Santiago, se localiza en la parte central de la Faja Volcánica Transmexicana, dentro del campo volcánico Michoacán-Guanajuato. El campo está caracterizado por un total de 20 maars dentro una franja de 7 x 50 km en la que aparecen algunos de ellos alineados en la dirección NNW-SSE. Dicho alineamiento parece estar asociado a una zona de debilidad cortical a lo largo de los cuales los maars hicieron erupción preferentemente. El cráter tiene una forma circular con un diámetro de 1500 m y aproximadamente 150 m de profundidad, en su interior aparece un lago cuya existencia depende de la época de lluvias.

La base de la secuencia estratigráfica que comprende el cráter de La Cíntora está compuesto por dos derrames basálticos, el más antiguo es ligeramente vesicular y tiene textura afanítica, mientras que el más joven es masivo, está fracturado y presenta una textura porfídica. Sobre yaciendo concordantemente un depósito de escorias rojas de actividad estromboliana y una gruesa secuencia de distintas capas de aglomerados volcánicos de 16 metros aproximadamente. Sobre éstas aparece una secuencia estratificada que se relaciona a la etapa formadora del maar. Dicha secuencia comienza con una alternancia rítmica de oleadas masivas de ceniza fina y depósitos de caída, cuyos clastos van de lapilli de medio a grueso. Sobre éstas

capas se presenta una brecha heterolitológica masiva, con abundancia en líticos (clastos alterados y oxidados, basalto vesicular, basalto afanítico, andesita) y cantidades menores de juveniles y cristales. La parte media de la sección oriental muestra un depósito masivo de oleadas intercaladas con capas laminares y lentes consolidados de lapilli. La parte superior de la secuencia fue dividida en tres miembros: 1) Secuencia de brechas de lapilli moderadamente consolidadas con una estratificación burda y lentes de lapilli y bloques, y capas masivas de lapilli con estratificación cruzada y ondulante. Se observa un aumento considerable en los juveniles y una proporción abundante de líticos de basalto. 2) Capas de lapilli, estratificadas, de 10-20 cm de espesor, moderadamente consolidadas. Se observa un claro aumento de escoria juvenil, en comparación con las partes inferiores. 3) Oleadas finamente estratificadas ondulantemente y huellas de impacto.

La secuencia estratigráfica revela una transición gradual de una fase eruptiva efusiva a altamente explosiva, con alternancia de erupciones freatomagmáticas y estrombolianas, lo cual muestra una evolución diferente a los modelos tradicionales. Las variaciones verticales en la proporción de componentes juveniles indican la inyección periódica de magma a la superficie, en especial al final de la secuencia que parece tener una mayor participación de agua. Por otra parte, las variaciones laterales en la secuencia estratigráfica sugieren una migración de los focos de explosión en el interior del cráter.

VOLG-26

ELASTIC MODELING OF GPS RECORDED DEFORMATION ON POPOCATÉPETL VOLCANO

Correa Mora Francisco¹, Cabral Cano Enrique¹ y Dixon Timothy H.²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM
Correo Electrónico: pancho@igeofcu.unam.mx

² University of Miami, RSMAS

It is widely accepted that most volcanoes undergo inflation prior to an eruption. However, the general characteristic behavior of Popocatepetl volcano is that of a low rate of deformation in sharp contrast with its continuous eruptive activity over the past years. For example, GPS based deformation observed since 1996 shows a rate of 1.4 mm/yr in total baseline length increase. During increased activity periods such as the preceding months to the June 1997 explosive event, our GPS network was capable of detecting 0.7 mm, and -12.4 mm of total motion in the north and east components respectively and 31.6 mm in the vertical component, once the regional tectonic velocity vector is removed. Elastic modeling results of Popocatepetl GPS network sites indicate that the small deformation observed can only be explained by a very small source. GPS results are thus consistent with the absence of a large magma chamber and instead show that the recorded deformation is the result of pressure increase either on a very small chamber or along magma feeding conduits.

VOLG-27

MÉTODO NUMÉRICO PARA LA SIMULACIÓN DE ISOPACAS DE COLUMNAS PLINIANASEspíndola Castro Juan Manuel¹, Charpentier Isabelle² y GodínezCalderon Maria de Lourdes³¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: jmec@servidor.unam.mx

² Laboratoire de Modelisation et Calcul³ Instituto de Geografía, UNAM

Las isopacas de depósitos volcánicos de tipo pliniano han sido utilizadas por varios años para la estimación de columnas volcánicas. Una gran mayoría de los investigadores utilizan gráficas de máximo desplazamiento en la dirección del viento contra máximo desplazamiento perpendicular, obtenidas por medio de un modelo numérico de Carey y Sparks (Bull. Volcanol., 48, 109, 1986). Sin embargo este procedimiento arroja valores muy gruesos porque se obtiene de los casos particulares considerados por estos investigadores. En este trabajo se presenta un método para construir isopacas sintéticas, por medio de la solución por el método de Runge-Kutta de las ecuaciones de conservación en una columna volcánica y las ecuaciones de movimiento de una partícula sujetas a la fricción del aire. Dado que la altura de la columna eruptiva depende de condiciones iniciales de velocidad, temperatura y contenido de volátiles, se presenta también la sensibilidad de las dimensiones de las isopacas a cambios en estos factores, y como afectan los estimados de la altura de columna.

VOLG-28

COMPARACIÓN ENTRE LA FÁBRICA MAGNÉTICA Y LA ORIENTACIÓN PREFERENTE DE MICROCRISTALES EN RIOLITAS DEL "DOMO DE OBSIDIANA", CALIFORNIA, EUACañón Tapia Edgardo¹ y Castro Jonathan²¹ Depto. de Geología, CICESE

Correo Electrónico: ecanon@cicese.mx

² Department of Geology, Oberlin College

En este trabajo presentamos resultados de mediciones de ASM hechas en muestras colectadas en el "Flujo de Obsidiana", California, EUA. La comparación de estas mediciones con la orientación de microcristales observados ópticamente se utilizó para calibrar la técnica de ASM en lavas de esta composición. A pesar de que los valores de la susceptibilidad media encontrados en el Domo de Obsidiana ($1.06-7.04 \times 10^{-3}$ SI) son mucho menores que los valores típicos encontrados en basaltos (10^{-2} SI), el grado de anisotropía de las lavas riolíticas (3.4-10.7) fue mucho mayor. En lo tocante a la forma característica del tensor de susceptibilidad magnética, se encontraron formas alargadas y achatadas (parámetro B con valores de -8.6 a +6.4) que presentaron una correlación con la dispersión observada en la orientación de los microcristales. Estas variaciones, a su vez, pueden ser relacionadas con cambios en la orientación de la dirección local de extensión, de manera que no hay una relación simple entre la dirección de flujo estimada a diferentes escalas. Sin embargo, los resultados reportados en este trabajo muestran que las mediciones de la anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) de lavas de esta composición también pueden dar información respecto a las direcciones de flujo, tipo de deformación experimentada por la lava durante su emplazamiento y tasas de deformación relativas entre diferentes partes de un mismo flujo.

VOLG-29 CARTEL

ACCIONES EN EL MONITOREO DEL VOLCAN CHICHON. INSTALACION DE LA PRIMERA ESTACION SISMOLÓGICA

Ramos H. Silvia

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Correo Electrónico: silviaramos@terra.com.mx

El Volcán Chichón, considerado dentro de los 14 activos del país, está situado al Noroeste del Estado de Chiapas, México, a los 17°22' latitud norte y 93°14' de longitud oeste, a unos 350 kms de la trinchera mesoamericana. Luego de manifestarse con incipientes fumarolas durante los primeros meses de 1982, el Volcán entró en actividad violenta el 28 de marzo y el 3 y 4 de abril, originándose una de las erupciones mas importantes de nuestro país y del mundo en el siglo pasado, generando columnas eruptivas que se elevaron más de 17 Km, produciendo una gran dispersión de cenizas y flujos piroclásticos cuyas cenizas destruyeron y sepultaron total o parcialmente la región dentro de un radio de 15 kms a la redonda.

Esta presentación tiene como objetivo dar a conocer los avances y logros obtenidos en los trabajos de la puesta en marcha de la primera estación sismológica en el Volcán Chichón, que tiene como objetivo, junto con el monitoreo geoquímico, contar con una base de información que permita detectar oportunamente algún cambio en su actividad que pudiera indicar una reactivación o cambios que produzcan riesgos a la población aledaña.

Esta estación se localiza en el borde noroeste del cráter del Volcán Chichón, con equipos adquiridos por el Gobierno del Estado de Chiapas. La puesta en operación de los instrumentos es un proyecto conjunto del Gobierno Estatal, a través de la Subsecretaría de Protección Civil, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, el CENAPRED, el SINAPROC y el Instituto de Geofísica de la UNAM.

VOLG-30 CARTEL

MODELO DE DOS ACUIFEROS PARA EL SISTEMA VOLCANO-HIDROTHERMAL DEL VOLCAN CHICHONRouwet Dmitri¹, Taran Yuri¹, Inguaggiato Salvatore² y Varley Nicholas³¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: dmitrirouwet@hotmail.com

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia³ Universidad de Colima

El volcán Chichón, situado en el noroeste del estado de Chiapas, hizo erupción en marzo-abril de 1982 y muestra hasta la fecha todos los tipos de manifestaciones hidrotermales en y alrededor de su cráter activo: aguas termales, fumarolas, un lago cratérico y "steaming ground".

Las aguas de los manantiales termales de Agua Caliente (AC), al sureste fuera del cráter, presentan un comportamiento químico estable en los seis años de observación (1995-2001). La concentración de Cl en AC se quedó mantenida a un valor alrededor de 2000 ppm. No se observa ninguna relación entre la concentración de Cl del lago cratérico y la de AC, que hace suponer que no existe una conexión directa entre ambos cuerpos de agua, sea el lago y su acuífero somero

relacionado en el sistema volcano-hidrotermal activo y el acuífero mas profundo que alimenta los manantiales fuera del crater, con AC como el grupo de manantiales mas importante.

Un valor nuevo de la isotopia de He en los gases fumarolicos (7.16 R/Ra) confirma que la contribucion magmatica para el sistema volcano-hidrotermal del Chichon sigue bastante alta, lo que se nota solo en los gases casi no absorbidos (como He) , o no completamente absorbidos en un cuerpo de agua subterranea (como CO₂). Mientras tanto, el Cl magmatico, proveniente de la desgasificacion actual, se absorbe en un acuífero mas profundo. Aparte del acuífero dinamico bajo el crater se sugiere la existencia de un acuífero profundo que alimenta los manantiales de Agua Caliente, Agua Tibia y Agua Salada. Este acuífero sirve como una pantalla, un "buffer" parcial, para la contribucion magmatica, que esta presente pero no se manifiesta con gran intensidad en la superficie del crater. Tomando en cuenta esta hipotesis nueva, un monitoreo geoquimico de los manantiales termales alrededor del volcan puede servir para describir los cambios en la actividad actual del volcan Chichon, con mas anticipacion que un monitoreo de las manifestaciones cratericas.

VOLG-31 CARTEL

MODELACION MEDIANTE EL METODO DE MOGI DE LA FUENTE DE DEFORMACION EN EL PROCESO ERUPTIVO DE 1998-2001

Santiago Jiménez Hydyn y Ramírez Ruiz Juan José
Observatorio Volcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: hydyn@cgic.ucol.mx

El Volcán de Fuego de Colima es uno de los volcanes mas activos de la Republica Mexicana y que se caracteriza por presentar un patrón eruptivo con explosiones violentas recurrentes de aproximadamente cada 100 años (Luhr et al., 1990a). Dado que su ultima gran actividad se presento en 1913 y con ese patrón de comportamiento, la modelación de la fuente de magma para diagnosticar pequeñas actividades como la de 1997-2000 y la de 2001-2003 reviste una gran importancia por la información y los modelos de pronostico que se pueden determinar. Con la información recolectada de distanciometría electrónica (EDM), medidas desde dos estaciones bases (Membrillera y Nevado) en el transcurso de 1997 al 2002, se obtuvieron datos importantes, que han permitido hacer la modelación de las fuentes de presión que provocaron las deformaciones sobre el edificio volcánico.

Aplicando el modelo de Mogi para estas deformaciones, se determina que la fuente que provoco estos desplazamientos para los eventos eruptivos de 1998 y 2001, se localizo, a una profundidad estimada de 3610 metros, y con un radio de 605 metros.

VOLG-32 CARTEL

EVENTOS SÍSMICOS LP Y VLP ASOCIADOS CON EL COMPORTAMIENTO ERUPTIVO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Arciniega A.¹, Chouet B.¹, Dawson P.¹ y Asch G.²

¹ USGS, Menlo Park, California

Correo Electrónico: aarciniega@usgs.gov

² GeoFurchungZentrum Potsdam, Germany

Como parte del programa de cooperación internacional entre el Centro de Geociencias de Potsdam, Alemania, el Servicio Geológico de Estados Unidos en Menlo Park California, y el Instituto de Geofísica de la UNAM, se instaló y operó una red instrumental de banda ancha de Noviembre de 1999 a Julio del 2000.

15 estaciones, con sensores Guralp entre 100 y 120 s, se distribuyeron en los flancos del volcán y 7 estaciones, con sensores de 30 s, en los alrededores del poblado de Amecameca al noroeste del Popocatepetl.

Durante el experimento la actividad eruptiva se caracterizó por emisiones de gas y ceniza, y el emplazamiento de un domo de lava en el interior del cráter. Las emisiones de gas y ceniza fueron acompañadas de eventos sísmicos de periodo largo (LP) y en ocasiones de tremor. Los eventos LP se presentaron como eventos aislados o como secuencias de eventos individuales con duraciones comparables a las de las emisiones. Las erupciones de gas y ceniza consistentemente exhibieron eventos de periodo muy largo (VLP), con periodos de alrededor de 25 s.

Eventos LP, tremor de fondo y enjambres de eventos híbridos, asociados al proceso de construcción del domo, se presentaron en secuencias de mínimo 30 min. de duración. Las señales VLP con periodos alrededor de 30 s y tremor de periodo muy largo con periodos entre 15-22 s, claramente correlacionaron con eventos vulcanianos y se registraron en toda la red de banda ancha. Los resultados preliminares del análisis de localización de eventos LP y VLP indican que la fuente es superficial, aproximadamente 1 Km por debajo del cráter.

VOLG-33 CARTEL

DEFORMATION MONITORING AT THE COLIMA VOLCANO DURING THE PERIOD OF ACTIVITY FROM 2001-2002

Ramírez Ruiz Juan José, Bretón González Mauricio y

Domínguez Reyes Tonatiuh

Observatorio Volcanológico, Universidad de Colima

Correo Electrónico: ramirez@cgic.ucol.mx

The activity of November 1998 at the Colima Volcano is characterized by the rapid lava emission that covered the top of the edifice in two days. It continued until 2000. During this phase the deformation monitoring shows periods of inflation and deflation that correlate with this effusive process. During 2000 the Colima Volcano shows a relatively quiet phase with small degasifications, where the deformation monitoring shows few changes. At the beginning of the 2001 an increase in seismic activity shows the beginning of a new movement of magma. In August 2001 the deformation shows inflation that is assumed to correlate with a lava extrusion that could not be observed until October 2001 with the growth of a "lava spine". A new lava dome began to develop with a slower lava emission than the

1998 emission. It continued until the beginning of 2002. In February 2002 lava overflow and pyroclastic flows began to move down the South flank of the volcano edifice. The deformation parameter will be shown in this presentation

VOLG-34 CARTEL

COMPARACIÓN DE LA SISMICIDAD PREVIA A LAS EXPLOSIONES DEL VOLCÁN DE COLIMA

Reyes Dávila Gabriel A.¹, Ramírez Vázquez Carlos A.¹ y Nuñez Cornú Francisco²

¹ RESCO, Universidad de Colima
Correo Electrónico: gard@cgic.ucoi.mx

² SisVoc, Universidad de Guadalajara

Desde el inicio, en 1989, del monitoreo sísmico del Volcán de Colima por la Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima, RESCO, se han registrado al menos ocho eventos explosivos que por su naturaleza, hora de ocurrencia o condiciones meteorológicas han causado impacto en los habitantes de los alrededores del volcán. Si bien en al menos seis de los eventos se han emitido recomendaciones a las autoridades de protección civil, la disminución paulatina en el tiempo y tamaño de los precursores sísmicos hacen cada vez más difícil una adecuada interpretación de los mismos. Se presenta en este trabajo un análisis comparativo del desarrollo de los premonitores sísmicos a las explosiones reportadas así como del tipo de sismicidad presentada.

VOLG-35 CARTEL

COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS ERUPTIVOS 1998-2000 Y 2001-2003 EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA

Bretón González Mauricio, Ramírez Ruiz Juan José y Domínguez Reyes Tonatiuh

Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Correo Electrónico: mauri@cgic.ucoi.mx

El proceso eruptivo que dio inicio en noviembre de 1998 y se mantuvo durante el año 1999 y 2000 indicó un aumento significativo en la actividad con respecto a los 40 años anteriores. El crecimiento de un montículo de bloques de lava de aproximadamente 50 metros de diámetro por 20 metros de altura en el interior del cráter formado por la explosión de 1994 y que llenó un volumen de 380 000 m³ en menos de 24 horas hizo pensar que la actividad podría evolucionar rápidamente. Los días siguientes el domo de lava empezó a desbordarse por el costado Sur-Suroeste del edificio volcánico, ocasionando flujos piroclásticos en las barrancas de San Antonio y Cordobán. Durante 1999-2000 el cambio en el estilo eruptivo produjo varias explosiones que arrojaron fragmentos incandescentes a una distancia de 3.5 Km desde la cumbre del volcán. En octubre de 2001 brotó en el fondo del cráter, producto de las explosiones de 1999-2000, un nuevo domo de lava. Este domo creció a una tasa moderada pero constante durante enero y febrero de 2002 hasta alcanzar un volumen considerable. A finales de febrero y principios de marzo de 2002, el domo rebasó los labios del cráter del volcán y empezó a formar flujos de lava. Durante marzo y abril de 2002 se presentaron derrumbes de rocas y avalanchas incandescentes sobre los flancos Sur, Suroeste y Oeste del cono volcánico, mismos que se mantuvieron durante todo el año.

A principios de 2003 continuaba la salida de material a una tasa de emisión de 0.15 metros cúbicos/s. En los meses siguientes se detuvo la salida de lava y sobrevino el sellamiento de la cima. A partir de entonces se han presentado degasificaciones y explosiones entre las que destacan las del 17 de julio y 2 de agosto.

La evolución de la actividad nos permite pensar que podemos estar ante un posible escenario tipo 1913 (VEI 4) en donde el material involucrado por las dimensiones actuales del domo puede afectar a las poblaciones ubicadas en un radio de 30 km de la cima.

VOLG-36 CARTEL

RED BASICA DE MONITOREO DEL PICO DE ORIZABA

Mora González Ignacio¹, Rodríguez Elizarrarás Sergio¹, Murrieta Hernández José Luis¹, Córdoba Montiel Francisco¹, Quass W. Roberto², Guevara Ortiz Enrique², Castelan P. Gilberto², Ortiz Castro Javier², Alarcón Ferreira Ana María¹, Morquecho Zamarripa César² y Valdés González Carlos M.³

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: fcordoba@uv.mx

² Centro Nacional de Prevención de Desastres

³ Instituto de Geofísica, UNAM

El 29 de agosto del año curso se instaló en el flanco este del volcán Pico de Orizaba la tercera caseta de telemetría sísmica con la que se concluyó la primera etapa de la instrumentación del volcán y que conforma la red básica de monitoreo junto con sus antecesoras: la estación de componente vertical Halcón POHV en la cara norte y la estación de tres componentes Chipe POC ubicada al sur del edificio volcánico. Por la ubicación de esta nueva estación de monitoreo, la recepción continua de datos se hará en Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad y Veracruzana en la ciudad de Xalapa de donde se retransmitirá al Puesto Central de Registro del Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, en la ciudad de México.

La ubicación de la estación (19°02'17.4" Norte y 97°14'18.5" Norte y Oeste y a 4100 msnm), corresponde a un costado de pared casi vertical que se eleva cerca de 25 metros y que corresponde a un afloramiento de roca volcánica clasificada como andesita Rancho Viejo (Carrasco, 1994). En la base de la pared, la roca presenta poca alteración por intemperismo. En el sitio seleccionado se presenta en la base de la pared una pequeña meseta natural de roca que utilizó para la colocación del sismómetro.

La tercera estación consta de un sismómetro vertical de periodo corto y equipo de telemetría analógica con subportadora de audio de 1360 Hz, radio calidad de voz con portadora de 412.000 MHz y antena omnidireccional de alta ganancia. Para la alimentación de estos instrumentos se utiliza un banco de 2 baterías libres de mantenimiento en flotación con dos paneles solares.

La caseta que aloja a los elementos anteriores fue construida con convintec de 1m x 1 m x 1m y esta protegida por una malla perimetral. En la parte superior de la roca se localizan dos torres de tres metros que soportan a las celdas solares, la antena y al pararrayos de tipo dipolo.

El beneficio mas importante que se obtiene con la red básica es que ahora se dispondrá de la información que permita determinar con mayor certeza el epicentro de los eventos sísmicos que se originan al interior del volcán y la naturaleza de los mismos. Se ha corroborado

por medio de la información que aportan las otras estaciones la ocurrencia de algunos eventos cuyo origen se localiza dentro del edificio volcánico y que, para los propósitos de monitoreo e investigación que se persiguen, los datos que se obtengan en lo sucesivo impactarán incluso en la planeación de actividades como la protección a la población civil.

Sesión Especial

El experimento del Monzón Norteamericano

Miércoles 5

SALA "A"

NAME-1

SYNOPTIC FEATURES AFFECTING THE NAME TIER 1 REGION DURING SUMMER 2003

Maddox Robert

Dept. of Atmospheric Science, University of Arizona
Correo Electrónico: maddox@atmo.arizona.edu

The North American Monsoon season of summer 2003 is overviewed. Features of importance (large mesoscale to synoptic scale) that affected the NAME Tier 1 region, the area that will be the focus of enhanced observations to be taken during summer 2004, will be documented and discussed. So far, summer 2003 has been characterized by few Eastern Pacific tropical storms within or near the Tier 1 region, although the remnant circulation of Atlantic hurricane Claudette passed directly across the northern third of the Tier 1 region. Additionally, there have been no strong and clearly distinct surges, to date, of moisture northward up the Gulf of California. There have been several large MCS events over the northern half of Tier 1 and a substantial number of middle and upper-level cyclones and associated troughs have moved westward across northern Mexico. Particular emphasis will be given to discussing analyses of the very large upper cyclone of mid-August 2003 and associated convective weather events.

NAME-2

WEATHER EVENTS IN BAJA CALIFORNIA DURING THE WARM SEASON OF 2000

Farfan Luis M.

CICESE, La Paz, B.C.S.
Correo Electrónico: farfan@cicese.mx

Weather events that occurred during the period July-September, 2000 are investigated. Data from geostationary satellite and in-situ observations are used to determine characteristics of mesoscale convective systems over the Baja California Peninsula. It is found that these systems tend to occur over the higher-elevation terrain and reach maximum intensity in the late afternoon. When compared to systems that develop over the Sierra Madre Occidental mountains, the peninsular systems have a smaller horizontal scale, experience reduced horizontal motion, and last a few hours.

Among the convective systems identified from satellite imagery, there is a subset which is related to the passage of tropical cyclones south of the peninsula. A total of 4 named systems developed in the area and the effects of their approach are documented. In particular, the passage of hurricane Lane results in a disturbance with characteristics that resemble the events known as "gulf surges". These characteristics include significant changes in the structure of wind, temperature and humidity near the surface as well as northward system propagation along the Gulf of California. High-resolution observations from the CNA/SMN network of automatic stations are used to document the disturbance evolution while moving over stations in the central gulf.

NAME-3

RECENT PACS-SONET OBSERVATIONS OF RELEVANCE TO NAMEDouglas Michael¹, Murillo Javier² y Mejia John²¹ National Severe Storms Laboratory
Correo Electrónico: Michael.Douglas@noaa.gov
² CIMMS, University of Oklahoma

Starting in 1997, and expanding in the year 2000, special pilot balloon observations have been made in Mexico as part of the Pan American Climate Studies project. These observations, carried out by the Mexican Navy, have been made during the past 4 years at 6 sites along both Mexican coasts. Two of these sites fall within the Tier 1 domain of the planned North American Monsoon Experiment scheduled for the summer of 2004. These sites, located at the extreme north of the Gulf of California (Puerto Peñasco) and at Topolobampo, midway between the radiosonde sites of Empalme and Mazatlan, have provided additional information on the synoptic and diurnal variability of the low level flow along the Gulf. This presentation will describe the synoptic variability and mean flow at both sites during their period of record, as well as a comparison of the mean winds from these sites with the observations from nearby radiosonde sites.

In addition to the Gulf of California soundings, three other sites have operated around the Isthmus of Tehuantepec since 1997. These sites are useful in depicting the gap flow over the region and also the passage of tropical waves during the summer months. A description ("climatology") of the characteristics of the gap flow during summer and winter months will be shown, as well as the mean structure of tropical waves that pass over the region during July and August. The feasibility of detecting these observations with the sounding data will be discussed.

NAME-4

CLIMATOLOGÍA DE ONDAS TROPICALES EN EL ATLÁNTICO, CARIBE Y MÉXICO (1948-2001)

Salinas Prieto José Antonio

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Correo Electrónico: jsalinas@tlaloc.imta.mx

Dada la importancia de las ondas tropicales (OT) en la contribución de lluvias de verano en México, se realizó un estudio de la estructura espacial y temporal de estas perturbaciones observadas entre 1948 y 2001 en el Atlántico, Caribe y territorio mexicano. Los datos utilizados son de Reanálisis, producidos por NCEP (Centros Nacionales de Predicción del Medio Ambiente, por sus siglas en inglés), con una resolución espacial de 2.5° x 2.5° y temporal de 24 horas en las variables: viento, velocidad vertical, humedad específica, altura geopotencial y temperatura para el período de 1948 a 2001 en el nivel de 700 mb. La región de estudio se encuentra entre 5°N y 35°N y entre 0 y 120°W, abarcando el Atlántico tropical, Caribe y Pacífico del Este.

Para el período de estudio (mayo-noviembre de 1948 a 2001), utilizando filtros numéricos, diagramas Hovmöller, análisis de onduletas y estadística general, se estimó el número de ondas anuales, su variabilidad interanual, su intensificación-debilitamiento en el Caribe y estructura espectral desde África hasta el Pacífico del Este dándole seguimiento a su evolución al llegar al Caribe y México.

Se identificaron 2,490 OT que llegaron a México en 53 años, representando ello una incidencia promedio de 47 por año, este número es el 52% de las OT contabilizadas en la costa Atlántica de África, significando ello que aproximadamente la mitad de las perturbaciones que salen del continente africano llegan a México, de éstas perturbaciones 10 se intensifican anualmente en el Mar Caribe (21%) a costa de la transferencia energética de una Corriente en Chorro de bajos niveles (en 925 mb.), 21 se debilitan en ésta área (44%) y 14 mantienen su intensidad (29%).

La estructura espectral muestra que las perturbaciones entre 3 y 9 días son las más energéticas desde África hasta México, Perturbaciones entre 4 y 6 días de período se intensifican al oeste de 80°W, (Mar Caribe del oeste) entre junio-julio y en septiembre, siendo éstas las más energéticas en el Caribe y Sur-sureste de México. En el Pacífico del Este se pierde la esta estructura espectral al interactuar con la zona de convergencia intertropical y después de haber interactuado con la orografía de Centroamérica y México.

Se concluye que las OT entre junio-julio y en septiembre de período 5 días son favorecidas por la transferencia energética del flujo medio (Corriente de niveles bajos). Entre mayo y noviembre las OT se debilitan en la parte central del Atlántico (entre 45°W y 65°W) sobre una guía de ondas centrada en 17.5°N.

NAME-5

INFLUENCE OF TROPICAL INTRASEASONAL OSCILLATIONS ON THE NORTH AMERICAN MONSOON

Mo Kingtse y Schemm Jae
Climate Prediction Center, NCEP, NWS, NOAA
Correo Electrónico: kingtse.mo@noaa.gov

Linkages between tropical intraseasonal oscillations and precipitation anomalies over North America are examined for June-September from 1979 to 2002. The outgoing long wave radiation anomalies (OLRAs) and 200 hPa streamfunction anomalies are filtered to focus on the time scales from 10 to 90 days. The composite results shows that summer precipitation anomalies are modulated by the Madden Julian Oscillation (MJO) and a submonthly oscillation on the 22-28 days time scale.

When enhanced convection associated with the MJO extends from the central Pacific to the eastern Pacific, Central America and southern Mexico are likely to be dry. Over the United States, rainfall anomalies exhibit a dipole with wet conditions over the southern Great Plains and dryness over the Southeast.

In addition to the MJO, summer precipitation over North America is also regulated by a submonthly oscillation in the 22-28 day range. The OLRA composite based on this mode shows a four cell pattern with two dipoles opposite in phase straddling the Equator with centers at 120 °E and 150 °E. The time-space evolution shows westward propagation of OLRA from the western Pacific at 150 °E to the South China Sea, while OLRAs in the Indian Ocean propagate northward to the Indian continent.

In the intraseasonal band, the MJO and the submonthly mode act together to modulate summer precipitation over the United States. Largest impact occurs when positive OLRAs are located in the South China Sea and negative OLRAs are located over the western Pacific centered at 120E. The associated rainfall anomalies over the United

States exhibit a phase reversal pattern between the Southwest and the central United States, which is the leading precipitation regime over the United States.

30 day forecasts were performed each day from June-September 1998 to 2002. The forecast skill is lowest for the forecasts in 2002 because of strong intraseasonal oscillations. The model tends to underestimate the strength of convection. Therefore, forecast skill is higher when convection over the western Pacific is suppressed. The forecast skill will be analyzed according to precipitation regimes associated with summer monsoon.

NAME-6

MONITORING PROCESS AND SCALE INTERACTIONS IN THE SIERRA NEVADA OCCIDENTAL DURING THE NORTH AMERICAN MONSOON

Barros Ana P.¹ y Watts Christopher²

¹ Division of Engineering and Applied Sciences, Harvard University
Correo Electrónico: barros@deas.harvard.edu

² CIDESON, Mexico

In mountainous regions, there is a strong coupling between the space-time variability of rainfall and landform on the one hand, and between the space-time variability of rainfall and the surface water and energy budgets modulated by landform and vegetation on the other. Previous studies have shown that orographic land-atmosphere interactions explain most of the variability of monsoon hydrology from the diurnal cycle of rainfall to the seasonal cycle of subsurface and streamflow response in other regions of the tropics, and the Himalayan range in particular. However, the geology, climate, ecology, spatial organization and layout of the Sierra Nevada, as well as its relative orientation with regard to the prevailing monsoon circulations are very different from those of the Himalayas, especially along the continental divide. In this context, we propose a field experiment aimed at characterizing the hydrometeorology of headwater catchments in the Sierra Madre Occidental, Sonora Region, and at understanding the evolution of monsoon systems in response to changes in vegetation and topography. For this purpose, we plan to install a multi-level monitoring network of hydrometeorological towers, raingauges, soil moisture and vegetation sampling sites, and stream gauge locations embedded within other observational sites set up in the context of NAME (North American Monsoon Experiment) and the Soil Moisture Experiment SMEX04-NAME during the 2004 monsoon, with a view to close the water budget at the river basin scale. A tethered system will be deployed to monitor conditions in the lower troposphere. In this paper, we present our observational plans and strategy vis-a-vis diagnostic simulations of monsoon systems in the Sierra Nevada Occidental using a cloud-resolving model.

NAME-7

PALEOREGISTROS DEL MONZÓN MEXICANO Y TORMENTAS TROPICALES EN EL BAJO GOLFO DE CALIFORNIA: EL ÚLTIMO MILENIO

Herguera Garcia Juan Carlos¹, Molina Cruz Adolfo² y Bernal
Franco Gladys³

¹ CICESE

Correo Electrónico: herguera@cicese.mx

² ICMYL, UNAM

³ Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Universidad Nacional
de Colombia, Medellín, Colombia

Situado en el límite entre el trópico y el subtrópico el clima del extremo meridional de la Península de Baja California oscila estacionalmente entre un período seco y otro húmedo que coinciden con el invierno y el verano boreales y reflejan el patrón tropical de lluvias que afecta a la mayor parte del territorio en México. El período de mayor insolación en el trópico precede al de mayor precipitación asociado con el máximo calentamiento de las aguas del Pacífico tropical nororiental, a la migración meridional de la zona de convergencia intertropical, a la evolución del monzón Mexicano y al pasaje de los ciclones tropicales. La precipitación en el margen meridional de la Península de Baja California, situado en el límite de influencia con respecto los tres primeros procesos, se encuentra fuertemente influenciada por uno de los fenómenos mas espectaculares asociados al calentamiento de las aguas del trópico durante finales de verano, el arribo de los ciclones tropicales. La mayoría de los eventos de mayor volumen de precipitación se encuentran invariablemente asociados al paso de una tormenta tropical por la región. Estos eventos extraordinarios y abruptos poseen una gran capacidad de erosión, carga y transporte a la costa y plataforma continentales de materiales terrígenos que alimentan de sedimentos de origen continental las cuencas costeras a orillas del Golfo de California. El análisis de estos registros nos revelan la modulación que introducen las tormentas tropicales en la formación de los sedimentos laminados que se acumulan en el fondo de estas cuencas al tiempo que nos proporcionan de un índice de paleotormetas para esta región, cuyas implicaciones climáticas discutiremos en términos de la evolución temporal de las temperaturas del mar del Pacífico Norte y del monzón Mexicano.

NAME-8

DYNAMIC MECHANISMS OF THE GULF SURGE

Zehnder Joe

Arizona State University

Correo Electrónico: zehnder@asu.edu

Surges of moisture from the Gulf of California are a phenomenon associated with the North American Monsoon that transport moisture into the deserts of western and central Arizona. This phenomenon has been acknowledged operationally and by researchers for over thirty years. The surge is typically linked to the presence of some sort of low-pressure system such as an easterly wave, mesoscale convective system or hurricane located near the southern end of the Gulf of California. Proposed mechanisms for the gulf surge are gravity currents, ageostrophic flows, Kelvin or Rossby edge waves. In this talk, I will describe the fundamental dynamics of each of these mechanisms and assess their plausibility through scale analyses and idealized numerical simulations, and to suggest signatures that may appear in data and output of more sophisticated numerical models.

NAME-9

STUDY OF GULF SURGES USING QUIKSCAT DATA

Johnson Richard H., Ciesielski Paul E. y McNoldy Brian D.
Colorado State University

Correo Electrónico: johnson@atmos.colostate.edu

Preliminary analysis of data from NASA's Quick Scatterometer (QuikSCAT) for three years (2000-2002) reveals that periodic southerly surges are detectable in the surface wind field over the Gulf of California during the North American summer monsoon. QuikSCAT provides measurements (starting in mid-July 1999) of wind speed between 3 to 20 m/s in non-raining, oceanic areas with an accuracy of 2 m/s in speed and 20 degrees in direction. Its sun-synchronous orbit and 1,800 km swath provide data coverage 1 to 2 times per day with a horizontal resolution of 25 km. Since the width of the Gulf of California ranges from 150 to 300 km, this resolution allows for a number of data points to fall within the span of the Gulf. The geophysical product retrieved from QuikSCAT observations is the equivalent of neutral winds at 10-m height.

For the three years studied so far, QuikSCAT data indicate that surges occur at 5-7 day intervals and vary in strength and duration somewhat from year to year. Acceleration of the southerly flow typically begins near the mouth of the Gulf, except for surges associated with hurricane passages when southerly acceleration extends much farther to the south. Surface wind speeds in the strongest surges are up to 10 m/s and the typical propagation speeds up the Gulf are 5 to 10 m/s.

During surge events, northwesterly surface flow is often found extending around the southern tip of Baja California and bifurcating, with one branch flowing up the Gulf and another toward the southeast. SST data indicate that a potential source for cool air into Gulf surges, in addition to that associated with convective outflows over the southern Gulf, is from flow across the strong SST gradient near the southern tip of Baja separating the cool eastern Pacific Ocean from the warm Gulf waters.

NAME-10

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANALIZAR EL EFECTO DE VIENTOS MONZÓNICOS EN LOS NIVELES DE PRECIPITACIÓN OBSERVADOS EN EL LITORAL DEL PACÍFICO SUR DE MÉXICO DURANTE EL AÑO 2000

Sánchez Gómez Rubén¹, Meulenert Peña Ángel R.² y Acosta
Gurrola Mireya²

¹ Depto. de Matemáticas, CUCEI, Universidad de Guadalajara
Correo Electrónico: rsanchez@ccip.udg.mx

² Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara

La estación de lluvias en la región litoral del Pacífico sur de México, parece estar asociada con la circulación anticiclónica que se presenta sobre el pacífico oriental y acompañado de vientos del noreste (Cortez, 2000), conduce a vientos del hemisferio sur que llegan a penetrar hasta las costas de México y América Central, marcando una circulación tipo "monzónica". De hecho, Ramage Webster (1998), establece dos criterios fundamentales para definir un sistema tipo monzón como la "inversión de la dirección del viento" y la "ocurrencia de precipitación estacional", estableciendo que la región de América Central califica como sistema monzónico al menos en términos de precipitación.

En particular, en este trabajo se presenta un estudio de los vientos tipo monzónicos que penetran la costa sur de México y su relación con la precipitación en esta zona. Se aplica el modelo de regresión logística para medir este efecto, incluyendo la variabilidad atribuida a la temperatura media de la superficie del mar y humedad relativa observada en las estaciones meteorológicas disponibles en la zona de interés.

NAME-11

RESULTS FROM THE ENHANCED NAME RAIN GAUGE NETWORK: JULY 2002 - MAY 2003

Watts Christopher¹, Jimenez Lagunes Alejandro², Gochis David³, Leal Lupercio Juan Carlos², Garatuza Payán Jaime⁴, Shuttleworth W. James⁵, Uribe Alcántara Edgar Misael⁵, Eastoe Christopher⁵ y Wright William⁶

¹ Universidad de Sonora

Correo Electrónico: watts@fisica.uson.mx

² IMADES

³ National Center for Atmospheric Research

⁴ Instituto Tecnológico de Sonora

⁵ University of Arizona

⁶ Columbia University

In July 2002, fifty tipping-bucket recording rain gauges were installed in NW Mexico in an area between 25N-30N and 106W-111W. This network provides information about the timing and intensity of rainfall events which is not available from the network of climatological stations operated by the National Water Commission (CNA), where daily precipitation totals are measured. Sites were chosen to improve the sampling of the topography of the region. Results from the 2002 monsoon season which were lumped into 500m elevation bands showed that the number of rainy days increased with elevation, but that the (daily)rainfall intensity was highest in the lowest elevation band (0-500m). In this study we present a more detailed analysis of the relationship between elevation and rainfall intensity. We also include results from the cross-calibration for 14 sites where tipping-bucket rain gauges were installed alongside the manual gauges at CNA stations.

Twelve water sample collectors were also installed in the network to allow the analysis of oxygen and hydrogen isotopes. Separate sample were collected and analysed for the monsoon season and the following winter.

NAME-12

EPPREPMEX, AN OPERATIONALLY RAINFALL ESTIMATION SYSTEM FOR MEXICO (AND NAME?)

Sanchez Sesma Jorge

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo Electrónico: jsanchez@tlaloc.imta.mx

The occurrence of tropical cyclones, tropical waves and mesoscale convective systems located in the NAME area are the cause of considerable damage to life and property in coastal areas of NW Mexico and SW US. These meteorological systems show intensive rainfall that produce frequent damage with floods in extensive areas. As an example, in this year the tropical cyclone Ignacio produced extended rainfall over Sierras de Baja California Sur, that created water runoffs that, helped by terrain conditions, produced extensive flash-floods with the loss of lives and properties. In order to reduce this

damage in lives and properties, and to better understand the monsoon convective processes it is required an operationally remote sensor monitoring system of rainfall fields.

In 1991, IMTA at Cuernavaca, Mexico initiated a research program aimed at providing monitoring of rainfall by remote sensing systems. An adaptation of the technique proposed by Adler and Negri, 1988, was developed for the continuous estimation of tropical cyclone rainfall using GOES-IR satellite imagery, Sánchez-Sesma and Sosa (1993). The system was tested experimentally for operational activities in the Mexican Weather Service Office (SMN), along summer season of 1992 and 1993. A calibration procedure for the Mexican territory was developed in 1996 in order to obtain an improvement and refinement of the system for summer rainfall. Since 1997 the system was installed for operational use in the offices of the SMN at Tacubaya, Mexico City, (Sánchez-sesma and Sosa, 2003). In 2001 and 2002 an estimation of rainfall based on satellites and radar imagery has been developed and tested.

The EPPrePMex system will give elements to improve the manage of the rainfall data with confirming trends and interpolating in areas with scarce information caused by few density in the meteorological network or by delays in the monitored data transmission. This kind of systems give operational complementary information of rainfall both for developed and developing countries. Only by joining and adding the capabilities of the different monitoring systems we could improve our knowledge of the atmosphere for meteorological and climatological purposes.

The present paper has as goal the discussion of the theory and practice of the rainfall estimation, implemented in EPPrePMex for the NW Mexico and SW US. Specifically a comparison of the gage and estimated values for daily accumulated rainfalls, before and after bias correction is done. Finally an analysis of the potential contribution of this system to the operational and research purposes of NAME are commented.

NAME-13

THE ROLE OF OCEANIC PROCESSES ON GULF OF CALIFORNIA SST EVOLUTION DURING NAME: A PROJECT PROPOSAL

Lavín M.F.¹, Mascarenhas Affonso², Douglas Michael³, Beier Emilio¹, Castro Valdez Rubén⁴, Mitchell David⁵, Guest Peter⁶, Gómez Valdés José¹ y Ivanova Dorothea⁵

¹ CICESE

Correo Electrónico: mlavin@cicese.mx

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

³ National Severe Storms Laboratory, Norman, OK, USA

⁴ Facultad de Ciencias Marinas, UABC

⁵ Desert Research Institute, Reno, Nevada, USA

⁶ Naval Postgraduate School, Monterey, California, USA

Our proposal for oceanographic and at-sea atmospheric observations during the North American Monsoon Experiment (NAME) is described. The project focuses on questions related to the relative importance of oceanic heat advection and local air-sea fluxes in controlling the SST evolution during the NAM in the Gulf of California. The general objective of the proposed work is to advance in the understanding of the processes that control the evolution of SST in the Gulf of California, and therefore of the air-sea fluxes of heat and moisture during late-spring and summer. This will be achieved by means of direct observations of the spatial structure and

time evolution of: (a) the hydrography and the system of currents in the upper layers of the southern gulf, and (b) the marine layer and the lower atmosphere over the southern part of the gulf. In addition, outputs of "imported" 3D GCM models will be analyzed for the zone as an additional tool in understanding the dynamics of the ocean circulation and its effect on the SST. The proposed observational effort consists of two 15-day oceanographic cruises, in which data will be collected on: (a) oceanic currents and thermohaline structure (CTD, ADCP, drifters), and (b) surface and upper air meteorological observations (radio sonde and pilot balloon soundings). In addition, coastal meteorological stations and moored profiling current meters will be maintained on the two sides of the GC entrance.

NAME-14

RELATIONSHIP BETWEEN ANTECEDENT LAND SURFACE CONDITIONS AND PRECIPITATION IN THE NORTH AMERICAN MONSOON REGION

Zhu Chunmei¹, Lettenmaier Dennis¹ y Cavazos Tereza²

¹ University of Washington

Correo Electrónico: chunmei@hydro.washington.edu

² CICESE

We explore possible links between North American Monsoon System (NAMS) seasonal (Jun-Jul-Aug-Sep) precipitation and pre-monsoon (previous autumn, winter, and spring) land surface conditions, including precipitation, temperature, soil moisture and snow cover, anomalies. We hypothesize land and sea surface feedback mechanisms associated with NAMS precipitation, and we propose an approach for determining their dynamical links. Following previous investigators, we partitioned the NAMS region into four sub-regions (Monsoon West, South, North and East) based on the seasonality and variability of JJAS monsoon precipitation from 1961-1990, and evaluated the possible effects of previous land surface conditions in various subcontinental "predictor regions" on Monsoon West (MW) monsoon precipitation. MW includes parts of eastern Arizona and western New Mexico. Data for the study were monthly aggregates from the retrospective Land Data Assimilation System (LDAS) archive for the period 1950 to 1999. The retrospective LDAS archive includes gridded precipitation (P), mean surface air temperature (Ts), and Variable Infiltration Capacity (VIC) land surface model-derived soil moisture (Sm), and snow water equivalent (SWE). Our preliminary results indicate that land surface-monsoon relationships are not stable in time, as has suggested by past studies. For instance, we found a statistically significant negative relationship between winter (JFM) precipitation in the Southwest U.S. predictor region which includes southern California, Nevada, Utah, Arizona, western Colorado and New Mexico, and MW monsoon rainfall during the 1965-1990 period, but weak relationships for other periods. We also found negative correlations between MW precipitation and winter-spring SWE in a predictor region that included the mountainous portions of Utah and Nevada. These relationships were especially strong between 1965 and the late 1980s. Based on the concept that the onset of the NAM is dynamically induced by land-sea temperature contrasts, we hypothesize that more winter P leads to more winter and early spring SWE in the predictor area, hence more spring and early summer Sm, and lower spring and early summer Ts, which induces a weaker onset of the NAMS and vice versa. We found that the antecedent land surface link that we propose (SWE, Sm, and Ts) is stronger in the Utah and Nevada mountain source areas where SWE may play a significant role in underpinning the land surface memory effect into the

atmosphere. We outline future work that will construct an exploratory seasonal monsoon precipitation predictive model based on antecedent conditions.

NAME-15

SENSIBILIDAD DE MODELOS DE MESOESCALA A ESQUEMAS DINÁMICOS DE COBERTURA VEGETAL

Lobato Sánchez René, Rodríguez López Olivia y Mendoza Uribe Indalecio

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo Electrónico: rlobato@tlaloc.imta.mx

Se presenta una evaluación del modelo de mesoescala MM5 acoplado con el modelo ACASA (Advanced Coupled Atmosphere-Surface Algorithm) que responde dinámicamente a las interacciones de la superficie terrestre, con ello se muestra que la actividad suelo-cobertura vegetal tiene un papel importante en el desarrollo de los sistemas locales y regionales de circulación atmosféricos, como resultado la precipitación pluvial asociada puede ser inhibida o aumentada, dependiendo de la actividad dinámica en los niveles bajos de la atmósfera. Si bien es cierto que los campos meteorológicos de escalas mayores son importantes pues éstos transportan la humedad desde los océanos, de la misma manera la importancia de los procesos locales y regionales por el transporte vertical con la ayuda del forzamiento orográfico, incrementando así el proceso convectivo. Por lo tanto, el problema radica en si los modelos dinámicos de suelo-cobertura vegetal acoplados a modelos atmosféricos contribuyen a una mejor representación de los patrones de lluvia. Para este fin, es necesario contar con información de superficie (humedad y tipo de suelo, cobertura vegetal) actualizados, puesto que año con año se aprecia a través de los inventarios forestales, el decremento de densidad de biomasa en el NW de México

Los resultados muestran que el esquema es mejor en cuanto a la representación de los flujos de humedad y calor sensible y latente (Pyles et al, 2001) comparados con un modelo estadístico, y en el ejemplo de aplicación, que comprende esta presentación, para la región NW de México se aprecia que los campos de lluvia dependen del tipo de cobertura vegetal.

NAME-16 CARTEL

VARIABILITY OF PRECIPITABLE WATER OVER SOUTHERN ARIZONA AND SONORADURING THE SUMMERTIME MONSOON SEASON: CONTRASTS BETWEEN 2002 AND 2003

Minjarez Sosa Carlos, Hahmann Andrea y Kursinski Rob

University of Arizona

Correo Electrónico: minjarez@atmo.arizona.edu

In collaboration with research and educational institutions in the USA and Mexico we have installed an array of Global Positioning System (GPS) receivers to monitor precipitable water vapor (PWV) in Arizona and northern Mexico during the monsoon season. This network is part of SuomiNet; a university-based, real-time, international GPS Network for atmospheric and geodetic research and education sponsored by the USA National Science Foundation.

Just before the onset of the 2002 monsoon season, we installed the first two sites, one at the University of Arizona campus in Tucson and the other at the Cochise College campus in Douglas in

southeastern Arizona. During 2003, we have added four more sites: one in Phoenix (sponsored by the Salt River Project), one on Mount Hopkins (located 60 km south of Tucson in the Santa Rita Mountains), one in Puerto Penasco at the northern edge of the Gulf of California in Sonora, Mexico, and the last one the Central Campus of the Universidad de Sonora (sponsored by the Universidad de Sonora), in Hermosillo Sonora, Mexico.

We have compared the GPS-derived estimates of PWV with those derived from radiosonde and the GOES sounder, three different methods that yield an independent and robust cross check. The analysis of these estimates using time series, scatter plots, and histogram comparisons have revealed excellent overall agreement as well as some systematic biases.

Our sites captured the onset of the monsoon during 2002 and 2003, and reveal interesting low and high frequency temporal variability. Using data from 2002, we separated the GPS PWV measurements into four distinct periods: pre-monsoon, monsoon, post-monsoon and winter seasons. The frequency distribution of PWV values in these four periods indicates that the atmosphere tends to prefer either low PWV or high PWV values. Also it is interesting to note that PWV values near 22 mm seldom occur during transitions between higher and lower values.

For this presentation we will compare the data from the two years of observations available for Tucson and Douglas, and investigate if our previous conclusions still hold for the monsoon season of 2003. In addition, similar analysis to that done during 2002 will be performed for the rest of our sites. The proposed expansion of the network into Mexico for the upcoming North American Monsoon Experiment (NAME) will also be discussed.

Sesión Especial

La estructura térmica de las zonas de subducción

Jueves 6

SALA "E"

TSSZ-1

SEISMIC AND THERMAL STRUCTURE OF MEXICO AND MIDDLE AMERICA FROM INVERSION OF SEISMIC SURFACE WAVES

Shapiro Nikolai y Ritzwoller Michael

Department of Physics, University of Colorado at Boulder, CO, USA

Correo Electrónico: nshapiro@fignon.colorado.edu

We have obtained a three-dimensional shear-velocity model of the crust and upper mantle beneath Mexico and Middle America by simultaneous inversion of broadband group and phase velocity dispersion curves of fundamental-mode Rayleigh and Love waves.

The model is parameterized in terms of velocity depth profiles on a discrete 2 x 2 degree grid. The model is isotropic for the crust and for the upper mantle below ~220 km but, to fit simultaneously long period Love and Rayleigh waves, the model is transversely isotropic in the shallow part of the uppermost mantle.

The inversion for shear velocity model breaks into two principal steps. The first step is the surface wave tomography in which dispersion maps are produced for a discrete set of periods for each wave type (Rayleigh group velocity, 18 - 200 s; Love group velocity, 20 - 150 s; Rayleigh and Love phase velocity, 40 - 150 s). We use \»diffraction tomography\» based on a physically motivated scheme of the damping and, as a consequence, providing a more realistic estimation of the resolution of the tomographic maps.

The second step is a Monte-Carlo inversion yielding an ensemble of acceptable models at each spatial node. We refer to the features that appear in every member of the ensemble as "persistent".

The resulting shear-velocity structure is converted into temperature structure based on laboratory-measured properties of individual minerals, Voigt-Reuss-Hill averaging scheme, and an average mineralogical composition of the mantle. Our results show that temperatures in the back-arcs vary strongly along the Middle American Trench with a relatively cold and thick lithosphere apparent beneath the Yucatan and Chortis Blocks and the lithosphere nearly absent beneath the Mexican Volcanic Belt. The variations in thermal and elastic properties of the back-arc lithosphere can be one of the factors contributing to the along-strike variability of the subduction characteristics of the Cocos Plate.

TSSZ-2

"COLD" WAVES, "COLD" PLUMES AND INCIPIENT MAGMA CHAMBERS ABOVE SLABS

Gerya Taras¹, Yuen David A.², Sevre Erik O.D.², Rudolph Max² y DeRosier Sara²¹ Institute of Geology, Mineralogy and Geophysics, Ruhr-University Bochum, Germany

Correo Electrónico: taras.gerya@ruhr-uni-bochum.de

² Supercomputing Institute and Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota, USA

It is commonly thought hot diapiric and porous fluid/melt flows prevail in the mantle wedge above the subducting slab. However, hydration and partial melting along the slab can create a situation in which a Rayleigh-Taylor instability can develop at the top of a cold

subducting slab. Using a realistic upper mantle model with an unprecedented spatial resolution of around 100 m, we have investigated the multi-resolutional character of thermal-chemical upwellings and incipient magma chambers forming under oceanic arcs. We have used up to 50 million markers on a shared-memory computer for delineating the complex multiscale structures in the viscosity, accumulated strain, and composition of this multicomponent system with 12 different constituents. The output of these simulations offers a great challenge for understanding the underlying chemical, physical and geological phenomena. We have developed a web-based visualization tool, WEB-IS (<http://tomo.msi.umn.edu/~max/>) for interrogating the data and zooming into the details. Modeling, aided by visualization, shows that rising diapiric structures, colder than the asthenosphere by 300 to 400 degrees, are driven upward by compositional buoyancy. These "cold plumes" with a compositional, hydrous origin, launched from a depth of greater than 100 km, are lubricated a lot by viscous heating, have an upward velocity in excess of 1 m/yr and rapidly transport material to form primary magma chambers under volcanic arcs. Inverted temperature structures and transient bimodal magmatism are plausible consequences of conductive and shear heating of relatively cold hydrated material of the incipient magma chambers in the hot mantle wedge. We have also discovered wave-like structures ("cold" waves) propagating upward along descending slabs and consisting of compositionally buoyant hydrated partially molten subducted crustal and mantle material. Apart from periodic feeding of the magma chambers, "cold" waves may also transport upward thousands of cubic kilometers of subducted material and may cause the rapid exhumation of ultra high-pressure rocks along slabs. There may be a spatial correlation between seismicity and the particular depth of cold plume and cold wave initiation.

TSSZ-3

GEOLOGIC CONSTRAINTS ON CENOZOIC MANTLE EVOLUTION BENEATH THE CENTRAL PART OF THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE (LONG. 101°W - 98°W)

Ferrari Luca

Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.

Correo Electrónico: luca@geociencias.unam.mx

Different set of geophysical data consistently indicate that the region immediately to the south of the central TMVB (Long. 101°W - 98°W) is underlain by the Cocos plate flat slab almost in direct contact with the North America crust. The same data also indicate that beneath the TMVB the upper mantle has a relatively low density and high temperatures. The Cenozoic tectonic and magmatic evolution of this region shows that this unusual situation is the result of a progressive mechanical and thermal removal of mantle lithosphere. The first episode in this process is related to the change of the North America margin from transform (Caribbean- North America) to northward-directed subduction (Cocos-North America). This event, which started in late Oligocene times at the Longitude of Acapulco, produced a mechanical removal of the mantle lithosphere and part of the crust by subduction erosion. The process was completed by early Miocene, when a new volcanic arc began to form in a more inland location (Cuernavaca-Malinalco, Ferrari et al., this volume). From 20 to 10 Ma this intermediate volcanism migrated farther away from the trench, toward the NE. The youngest (12-10 Ma) and most inland centers (Palma Sola, Cerro Grande, Apan area, Zamorano, Palo Huerfano) form a WNW-ESE belt with an adakitic signature (Gomez-Tuena et al., 2003; Ferrari unpublished data). The progressively inland position of the arc and the slab melt signature of

the recentmost products suggest that the subducted slab changed from moderately dipping to flat beneath the TMVB. As a consequence part of the mantle lithosphere beneath the central TMVB must have been removed at this time. From ~9 and 3.5 Ma volcanism is absent in the region between Mexico City and Pachuca but mafic volcanic pulse related to an episode of slab detachment is observed to the north at ~8 – 6.5 Ma (Ferrari, 2003, submitted to *Geology*). Regional ignimbrites and dacitic to rhyolitic domes are emplaced shortly after in a belt located to the south (Amazcala, Apaseo, Los Azufres, Amealco, Huichapan, Catedral, and north of Pachuca). I speculate that the removal of the flat slab after detachment may have exposed an already thinned mantle lithosphere to higher temperatures provoking its partial melting and silicic volcanism at surface. Since Late Pliocene volcanism moved again to the south and almost reached the Latitude of Cuernavaca by the Holocene. The volcanic front shows an extreme geochemical variability, including lavas with no evidence of subducting fluids (OIB in Sierra Chichinautzin), lavas with strong slab melting signature (adakites of Nevado de Toluca and Zitacuaro) and lavas whose source show clear evidence of fluids from the subducting plate (Valle de Bravo, Sierra Chichinautzin). The trenchward migration of volcanism and the geochemistry of Quaternary lavas suggest that the leading edge of the slab rolled back while it is dehydrating and melting. At the same time enriched sub-slab asthenosphere is flowing around the edge of the slab. This implies that the present mantle wedge is relatively small, highly heterogeneous, and characterized by a low viscosity.

TSSZ-4

PETROLOGICAL, GEOCHEMICAL, AND ISOTOPIC STUDIES OF RECENT TO PLEISTOCENE POPOCATÉPETL VOLCANO: MAGMA GENERATION SCENARIOS

Schaaf Peter¹, Stimac Jim² y Siebe Claus¹¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: pschaaf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Philippine Geothermal Inc., Makati City, Philippines

A study of Late Pleistocene to Recent products of Popocatepetl (Popo) volcano and surrounding scoria cones was undertaken to better establish their genetic relationship and magmatic history. Popo and flanking vents are located within the central portion of the Trans Mexican Volcanic Belt, which is related to oblique subduction of young oceanic lithosphere. Current activity of Popo can be understood in the context of its past eruptions and those from surrounding scoria cones. The latest cycle of eruption began Dec. 21, 1994 with continuous pulsating emission of phreatic ash. The last important event happened on July 19, 2003, covering Mexico-City with a thin ash-layer.

Both Popo and surrounding scoria cones produced moderate-K, calc-alkaline rocks, with the two groups differing mainly in degree of differentiation, water content, and oxidation state. Some vent samples on the immediate flanks of Popo and have phenocryst assemblages and compositions transitional between typical flanking vent and stratovolcano samples. Monogenetic vents produced mainly basaltic andesites to andesites, primarily by crystal fractionation of OI (Fo80-90) + chromite, 2Pyx ± OI, and 2Pyx ± Plag ± Hb assemblages, with minor assimilation of crustal debris. The andesitic to dacitic rocks of Popo are dominated by Plag-2Pyx-2Oxide ± Hbl assemblages, with variable amounts of OI (Fo70-90) + chromite xenocrysts. A few Popo samples contain locally abundant xenolithic debris of cognate-granitoid intrusions and their metasedimentary wallrocks. The two suites share parental Mg-rich basaltic andesite magmas, with the Popo magmas

reflecting longer residence in the crust, and enhanced hydration and oxidation due to the resulting processes of crystallization, recycling, assimilation, and degassing in relatively evolved magma chambers. The 1996 and 1997 dome eruptions confirm that dacitic magma currently resides beneath Popo and is episodically recharged by more mafic magma, fostering eruption and excess degassing. Two-oxide thermometry and the presence of FeCu sulfide globules confirm that these magmas erupted at $T = 930^{\circ}\text{C}$ and $f\text{O}_2 = -10.2 \log$, below anhydrite stability.

87Sr/86Sr, $\epsilon\text{-Nd}$ and 206Pb/204Pb ratios are between 0.70365 and 0.70463, +6.4 and +3.0, and 18.618 and 18.781, respectively. Andesitic to dacitic rocks of Popo formed by mafic recharge, fractionation, and mixing of dacitic to basaltic magmas in mature crustal chambers. Plagioclase accumulation and recycling related to protracted fractionation and assimilation of earlier emplaced magmas and their wallrocks was also important.

TSSZ-5

THERMAL, MANTLE WEDGE FLOW AND BLOB TRACING MODELS FOR THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE

Manea Vlad Constantin¹, Manea Marina¹, Kostoglodov Vladimir¹ y Sewell Granville²¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: vlad@ollin.igeofcu.unam.mx

² University of Texas, El Paso

The origin of the Central Mexican Volcanic Belt (CMVB) and a bearing of the subducting Cocos plate on the CMVB volcanism are still controversial. In this study, the temperature and mantle wedge flow models for the Mexican subduction zone are developed using finite element technique to investigate the thermal structure below CMVB. The numerical scheme solves a system of 2D Navier-Stokes equations and a 2D steady state heat transfer equation.

Two models are considered for the mantle wedge: the first one with a constant viscosity (isoviscosity) and the second one with strong temperature dependent viscosity. The first model reveals the maximum temperature of ~800 °C in the mantle wedge and at the base of the continental crust, which is not sufficient for the melting, as well the geotherm of the subducting plate upper surface does not pass the solidus for mafic minerals. The second model predicts the temperature of more than 1200 °C beneath the CMVB. This should result in the melting of the subducting plate starting at the depth of ~ 62 km. As the temperature is of 800 °C at 30 km depth and exceeds 1000 °C at the base of the continental plate, there is another possible source of the volcanism within the lower continental crust.

Considering that the main component of the volcanic material is generated by the melting processes on the subducting plate surface, a dynamic model simulating the motion of detached blobs in a viscous mantle wedge flow was developed. The blob's motion is determined by the action of drag, mass, and buoyancy forces in the mantle wedge velocity field. The blobs of the realistic diameter of 0.2 - 2.0 km show very different trajectories only at very low wrapping viscosity ($\eta \sim 10^{15} \text{ Pa}\cdot\text{s}$). The blob rise time which is necessary to reach the bottom of the continental crust is from 0.04 up to 12.5 million years depending on the plume diameter and surrounding viscosity.

Sesión SELPER

Estudios climatológicos, modelizaciones y
pronósticos, cambios globales y regionales

Miércoles 5

SALA "D"

M1-1

**VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL
TERRESTRE DE LAS ÉPOCAS SECAS 1996-2000:
RELACIONES PRELIMINARES ENTRE LAS ANOMALÍAS
CLIMÁTICAS Y LOS INCENDIOS FORESTALES**

Manzo Delgado Lilia¹, Aguirre Gómez Raúl² y Álvarez Béjar Román³

¹ Facultad de Ciencias, UNAM

Correo Electrónico: lmanzo@igiris.igeograf.unam.mx

² Instituto de Geografía, UNAM

³ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Se analiza la variabilidad de la temperatura de la superficie terrestre en la región central de México, usando imágenes AVHRR – NOAA 14 de la época seca, noviembre - abril, para el periodo 1996 – 2000. La temperatura superficial diaria se obtuvo con el método de ventana dividida y posteriormente se construyeron compuestos mensuales libres de nubes. Esta información se relacionó con la temperatura máxima ambiental registrada en cuatro estaciones climatológicas y con los incendios forestales detectados en las imágenes nocturnas. En las épocas secas 96-97 y 97-98 (El Niño) la temperatura superficial mensual varió de 35° a 46°C, y de 33° a 51°C, respectivamente; en las épocas 98-99 (La Niña) y 99-00 disminuyó de 28° a 47°C, y de 28° a 41°C. Así, el aumento de temperatura superficial terrestre en las dos primeras épocas estuvo influenciado por el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur y el decremento, registrado en las dos últimas épocas, por la presencia de La Niña. El incremento de temperaturas en la época 97-98 contribuyó para que la vegetación fuera más vulnerable al fuego. Debido a ello, en la temporada 1998 se detectaron 730 incendios, ocho veces más que el promedio registrado en las temporadas restantes. Las temperaturas superficiales y máximas siguieron tendencias semejantes, que apoyan la potencialidad de evaluar los efectos del El Niño y La Niña en la superficie continental usando información proporcionada por las imágenes meteorológicas AVHRR-NOAA. Se concluye que la tendencia de la temperatura superficial terrestre de los primeros cuatro meses de la época seca, puede ser un parámetro adicional significativo para modelar la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales, en combinación con otras variables ambientales.

M1-2

**APLICACIONES CLIMATOLOGICAS DE LAS IMÁGENES
GOES**

Gómez Domínguez Sandra Gpe. y Vidal Zepeda Rosalía
Instituto de Geografía, UNAM

Correo Electrónico: sandra@igiris.igeograf.unam.mx

Los satélites de la serie GOES denominados geoestacionarios, se encuentran a una altura tal que les permite ver el globo terrestre completo (Chuvieco E. 2000). Debido a que siempre ven al mismo punto son capaces de un monitoreo constante de los fenómenos atmosféricos más importantes, tales como frentes fríos, huracanes y nortes.

Por la diversidad de los sistemas que intervienen en la climatología de un país tan extenso como México, es fundamental el apoyo de los sensores remotos (Vidal Z.R. 2001). Las imágenes diarias de los satélites permiten observar la situación, el desplazamiento y la sucesión de los sistemas de tiempo, conocer la

frecuencia e intensidad con que estos se presentan para tratar de entender cómo se producen las diferencias climáticas en los distintos años.

Además de la localización de los sistemas nubosos, es posible por ejemplo seguir la evolución de las nubes convectivas en la formación de tormentas productoras de lluvia en periodos de horas, para lo que es necesario contar al menos con 2 imágenes por día. O bien seguir trayectorias de sistemas de tiempo como por ejemplo ciclones y frentes fríos para detectar su área de influencia a través del territorio nacional en periodos cortos de 3 a 10 días aproximadamente. Se realiza este análisis con base en la información de los boletines meteorológicos publicados diariamente (CNA, CFE, SEMAR).

Por sus características las imágenes GOES han sido ampliamente empleadas en la predicción meteorológica, en estudios de climatología, en la prevención de desastres, en diversas aplicaciones agrícolas y del área de la salud. Con este fin se han desarrollado algoritmos (Maddox, R.A., K.W.Howard, and A.J. Negri,1991) basados en el análisis multiespectral de imágenes, lo que ha permitido la elaboración de patrones multiespectrales de clasificación de nubes con sus principales parámetros asociados, así como la delineación de las áreas de los diferentes tipos de nubes. Algunos autores las han empleado en la ubicación geográfica y cuantificación de los sistemas nubosos y sinópticos, por la estrecha influencia que existe entre ambos. (García, E. y R.I. Trejo 1990).

Aunque estas técnicas se han llevado a cabo durante muchos años de manera subjetiva el procesamiento digital de imágenes se puede realizar en forma automática con algoritmos previamente automatizados determinando áreas de cobertura con los distintos tipos de nubes y sus parámetros. Todo estará sustentado en el procesamiento digital de imágenes.

Esta metodología ha resultado muy útil tanto en investigación como en la enseñanza al revisar temas relacionados con la circulación atmosférica y la evaluación regional de sus sistemas nubosos.

M1-3

**USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA EL MONITOREO DE PROBLEMAS SANITARIOS EN
LOS VALLES AGRÍCOLAS DE SONORA, MÉXICO**

Rodriguez Julio César¹, Watts Christopher², Lizcano Ivan²,
Lizárraga Celaya Carlos² y Valenzuela Lagarda Javier³

¹ Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

Correo Electrónico: jcrodr@cideson.mx

² Universidad de Sonora

³ Comité Estatal de Sanidad Vegetal

En Sonora la agricultura es una de las principales actividades productivas. En sus valles del sur del Estado se realiza una agricultura intensiva de granos básicos y vegetales, y en la parte norte y centro de éste las perennes como vid, cítricos, nogales y otros como espárrago son los principales cultivos y requieren un importante control sanitario y altas láminas de riego. En ambas regiones los problemas ocasionados por malezas, plagas y enfermedades son una actividad cotidiana a combatir cada ciclo agrícola y en algunos años tiene un importante efecto en el rendimiento y/o calidad de los productos, afectándose en algunos casos su exportación.

La mosquita blanca en el sur y la cenicilla en el centro del Estado son las principales plagas y producen los problemas más importantes. El Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESV) realiza muestreos para determinar la incidencia y severidad de estos problemas y se planteó la necesidad de realizar una creación de bases de datos georeferenciadas y su manejo en SIG. Los atributos de interés a los productores e investigadores fueron desplegados sobre mapas bases previamente creados y se generaron productos que permiten tener una rápida visualización de la problemática local y regional de manera sistemática. Los técnicos en sanidad vegetal utilizan de manera rutinaria los SIG y realizan de manera expedita un monitoreo de los problemas sanitarios, así como la evaluación de su incremento, decremento o control de estos.

Las condiciones propicias para éstas y otras plagas, enfermedades y malezas dependen básicamente de la temperatura y humedad del aire, la precipitación y el patrón regional de cultivos y sus superficies. Existe una red de 22 estaciones meteorológicas automáticas en los distritos de riego del sur de Sonora y cada día se publican las medias horarias de estas variables en una página de Internet. El uso de modelos empíricos alimentados con estos datos permite que los productores tengan información oportuna sobre las posibilidades de ocurrencia de estos problemas y puedan tomar las medidas necesarias.

M1-4

ANÁLISIS DE LAS SERIES DE TIEMPO DEL NÚMERO DE CICLONES TROPICALES EN EL PACÍFICO NOR-ORIENTAL CON LA TEORÍA DEL CAOS

Sanson Reyes Leodegario

Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

Correo Electrónico: leodegario.sanson@cfe.gob.mx

La teoría del Caos descubierta por el Meteorólogo Edward Lorenz en 1960, estudia los sistemas que son sensibles a sus condiciones iniciales, es decir, pequeños cambios en los valores de las variables iniciales pueden producir efectos finales importantes. Un ejemplo de esto se conoce como el efecto Mariposa, el cual dice que el débil aleteo de una mariposa, por ejemplo en China, puede afectar las condiciones del Tiempo en Nueva York o alguna población alejada miles de kilómetros.

Los ciclones tropicales en la región IV se generan tanto en el océano Atlántico como en el océano Pacífico, en particular para la región del Pacífico nor-oriental, se forman entre los meses de mayo y noviembre.

Considerando el período de 1968 al 2001, en la región del océano Pacífico nor-oriental, en promedio se han formado 17 ciclones tropicales, con una desviación estándar de 4.5 y la variación del número de ciclones por año entre el máximo y el mínimo es de 19 ciclones tropicales.

La gran variación del número de ciclones de año en año se ha tratado de explicar con el fenómeno de "El Niño" y la actividad solar entre otras teorías. En este trabajo se analiza la serie de tiempo del número de ciclones por año por medio de la teoría del CAOS, primero se analiza si la serie puede ser considerada como ruido en cuyo caso no se puede aplicar la teoría, en caso contrario, se puede aplicar la teoría y expresar la curva de frecuencia como el comportamiento Gutenberg-Richter muy similar al tratamiento de las series de tiempo en Sismología.

Los resultados indican que las series de tiempo no son ruido y por lo tanto se puede aplicar la teoría del CAOS y pronosticar, junto con las condiciones iniciales de la temperatura del mar, el número de ciclones tropicales esperados para los siguientes uno o dos años con niveles de error dentro de una desviación estándar.

M1-5

SISTEMA DE INFORMACION CLIMATICA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACAN-CUICATLAN, MEXICO Y SUS APLICACIONES

Tellez Valdez Oswaldo¹, Davila Aranda Patricia Dolores¹, Stein Janet Louis² y Saade Rafael Lira¹

¹ Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, UNAM

Correo Electrónico: tellez@servidor.unam.mx

² Centre for Resource and Environmental Studies, the Australian National University

Se analizaron e interpolaron datos de precipitación y temperatura de más de 7000 estaciones meteorológicas estándar distribuidas en todo México (4200 estaciones para temperatura y de 6200 estaciones para precipitación), el sur de Estados Unidos y el norte de Centroamérica. Se produjeron archivos digitales raster o superficies climáticas de valores promedios mensuales de precipitación y temperatura máxima y mínima, así como de otros parámetros. Se usó el método de interpolación del paquete ANUSPLIN (Hutchinson 1991, 1995a, 1995b, 1997; Hutchinson y Gessler 1994), conocido como thin plate smoothing spline. Los errores promedio estimados varían entre 8-13%, para los valores mensuales de precipitación y de 0.4-0.5° C, para los valores de temperatura. Estos son semejantes a los errores obtenidos por los instrumentos meteorológicos estándar (Nix et al., 1986; Téllez et al., manuscrito no publicado).

Con ayuda de los programas ESOCIM y BIOCLIM (Houlder et al., 2000), y específicamente para el área de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, se interpolaron las superficies de los promedios mensuales de las temperaturas máxima y mínima, y de precipitación, así como de 19 parámetros climáticos con significado biológico en formato de ARCINFO ASCII GRID.

Posteriormente, los valores de las celdas raster de los 19 archivos de parámetros bioclimáticos fueron clasificados de acuerdo con su semejanza. Para esto, se utilizó el algoritmo de agrupamiento no jerárquico, denominado ALOB por medio del paquete PATN (Belbin, 1987). Se usó la métrica de Gower como medida de disimilitud. Para la clasificación, se usó el método de UPGMA con un valor beta -0.1, produciéndose un dendrograma de la historia de la fusión. Finalmente, con el fin de desplegar cartográficamente los tipos de clima, el archivo de definición grupal, en forma de un archivo vectorial de afinidad grupal (.gav file), fue convertido a celdas en formato ARCINFO ASCII GRID usando un programa FORTRAN (mergrp2grd) el cual primero emergió la ubicación del centroide x, y de la celda grid con un número de grupos. Un archivo de color (ord2col2) fue producido para asignar a cada grupo un color (RGB) basado en su posición en el espacio tridimensional de un eje de ordenadas generado por el programa SSH, del paquete PATN. Esta técnica permite que los grupos sean desplegados en colores que reflejan las disimilitudes intergrupales (Belbin et al., 1983).

Finalmente, se discuten las aplicaciones de estos datos climáticos en el contexto de la reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, en aspectos relacionados, por ejemplo, con el desarrollo de modelos de distribución potencial de especies endémicas, con los efectos del

cambio climático en la conservación a largo plazo (Téllez & Dávila, 2003), así como la correlación de la variación biológica respecto a la variación climática, entre otros.

M1-6

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION REGIONAL POR MEDIO DE ALGEBRA DE PSEUDOIMAGENES CLIMATOLOGICAS. CASO ESTADO DE MORELOS

Bologaro-Crevenna Recaséns Andrea¹, Torres Rodríguez Vicente², Sorani Valentino³, García Barrios Raúl⁴ y Sánchez Cordero Víctor⁵

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Correo Electrónico: anideac@prodigy.net.mx

² Academia Nacional de Investigación y Desarrollo

³ CEAMISH, UNAM

⁴ CRIM, UNAM

⁵ Instituto de Biología, UNAM

Se presenta una metodología de álgebra de imágenes para la obtención de parámetros climatológicos como la evapotranspiración a partir de pseudoimágenes de datos climáticos primarios. Los datos primarios se obtuvieron de las base climatológica ERIC-II. La zona de aplicación fue el cuadrante del Centro de México que incluye al Estado de Morelos. El periodo de análisis fue de 1975 a 2002.

Los datos fueron tratados geoestadísticamente (teoría de las variables regionalizadas) para obtener pseudoimágenes mensuales de las variables climatológicas primarias. Estas pseudoimágenes conformaron coberturas regionales continuas. El análisis geoestadístico cubrió tres etapas: 1. Análisis exploratorio de los datos, para eliminar datos erróneos y efectuar el rellenando de datos faltantes; 2. Análisis estructural para conocer la continuidad espacial de los datos, el papel de la orientación espacial de la ubicación de la estaciones climáticas de las cuales se originaron, y el efecto de la tendencia espacial de cada fenómeno climático ligado a su respectiva variable; 3) Predicciones, estimación de las variables estudiadas para generar un malla regular continua, con estructura de imagen.

Se conformó una base de datos con las pseudoimágenes generadas, susceptible de ser tratada mediante operadores lógicos, aritméticos y algebraicos. Se realizaron cálculos de evapotranspiración por dos métodos: 1. Evapotranspiración de referencia por el método Hargreaves (1982) que requiere solamente de los datos de las temperaturas media, máxima y mínima, así como de la radiación extraterrestre mensual, calculada a partir de la latitud y fecha. 2. Evapotranspiración por el método de Turc (1973) que calcula tal variable a partir de los valores de precipitación y temperatura promedio.

Como resultado se obtuvieron estimaciones de evapotranspiración para cada píxel de la zona de estudio (píxeles de 1 km), que contrasta con los resultados tradicionales que calculan estos valores para un solo punto.

El estudio de las series de tiempo de 1975 a 2002 de la evapotranspiración para el Estado de Morelos reveló una tendencia de incremento en los valores, de un promedio de 78% en 1975 a cerca de 84% en 2002.. Estos resultados son mayores que los reportados por la literatura, los cuales estiman en 65% el valor de evapotranspiración de la zona. Estos resultados modifican seriamente los balances regionales de agua.

M1-7 CARTEL

MODELING OF NONLINEAR PASSING OF ACOUSTIC WAVES CAUSED BY UNDERGROUND FRACTURING THROUGH THE LITHOSPHERE, ATMOSPHERE AND IONOSPHERE

Koshevaya Svetlana

CIICAp, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Correo Electrónico: svetlana@uaem.mx

In this report we prove that during earthquakes and strong underground explosion, the nonlinear passing of the acoustic waves through the lithosphere into the surface of the Earth takes place. This occurs due to the nonlinear elastic modulus. The waves are excited at the underground source of the earthquakes. The passing of the acoustic waves propagating almost vertically upward caused the change of the spectrum. The wide spectrum of the acoustic waves until radio wave range are caused by fracturing of the rock in the surface observed by means of satellite measurements and radio telescope investigation of meteor bombing of the Moon. The fracture occurs at depth high frequencies due to nonlinear interaction transform into low and super low frequency waves. Low and super low elastic displacement waves achieve the surface exiting in seismograph the response. In this report, the nonlinear exciting of ultra-low frequency (ULF), acoustic waves caused by low frequency (LF) and seismic acoustic burst has been discussed. An analysis of the nonlinear transformation of LF acoustic waves $\{f - 100 \text{ Hz into ULF } (f = 1 \text{ Hz})$ ones is presented. The LF wave is excited as the burst-like envelope of a finite transverse scale by the underground seismic motion that caused the seismic activity of the Earth, then, it propagates upwards and is subject to both no linearity and dissipation. No linearity leads to the generation of higher harmonics and, thus, to a saw-like wave structure, and also to increase of ULF part of the wave spectrum. This process takes place in the underground at a distance about 50-30 km. This nonlinear process is illustrated below.

Sesión SELPER

Estudios de los sistemas marinos,
aprovechamiento sustentable y ordenamiento
costero

Miércoles 5

SALA "D"

M2-1

**ESTUDIO ESPACIO-TEMPORAL DE LA SURGENCIA DE
YUCATÁN Y BANCO DE CAMPECHE, MÉXICO; A TRAVÉS
DE IMÁGENES SEAWIFS, 1999-2000**

Salmerón García Olivia y Aguirre Gómez Raúl
Instituto de Geografía, UNAM
Correo Electrónico: osg@igiris.igeograf.unam.mx

El área de estudio es la zona de surgencias localizada en el Banco de Campeche, en donde varios autores han señalado la presencia de "la surgencia de Yucatán", al norte de la península del mismo nombre. Las imágenes de clorofila-a derivadas del sensor SeaWiFS permiten observar este fenómeno no solo al Norte de Yucatán sino también hacia el Este en lo que se conoce como Banco de Campeche, hasta la costa de Tabasco. A lo largo del año 1999 y 2000 se observaron imágenes diarias de clorofila-a con concentraciones del orden de 5 mg/m³, en la mayor parte del área de estudio, la cual es aproximadamente de 55000 Km² sobre la plataforma, es decir a menos de 200 de profundidad. La surgencia de Yucatán es un fenómeno que ya ha sido estudiado por varios autores sin embargo pocos han mencionado su continuidad hacia al Oeste de la península de Yucatán. El afloramiento de agua relativamente más fría, de 22.5°C al norte de la península (Merino, 1997), se debe al paso de la corriente del Caribe a través del Estrecho de Yucatán. Debido a las características fisiográficas del Estrecho de Yucatán, la corriente del Caribe aumenta su velocidad a más de 2 m s⁻¹ (Gallegos, 1996), mientras que la columna de agua es sometida a cambios de presión hidrostática que producen un ascenso de agua subsuperficial con temperaturas más frías en relación a las circundantes así como ricas en nutrientes. El desplazamiento de la surgencia hacia el oeste siguiendo el contorno de la península de Yucatán hasta las costas de Tabasco se debe tanto al efecto de los vientos alisios (Aguirre, 2002) que en verano tienen una dirección Este-Sureste y en invierno Este-Noreste, como a la dinámica de la corriente del Caribe que penetra hasta el Sur del Golfo de México. El procesamiento de las imágenes se hizo con SeaDAS, un programa que cuenta con algoritmos de la NASA para la obtención del color del océano y que permite el análisis sistemático de la información para realizar el estudio espacio-temporal de las surgencias en cuestión. Las imágenes muestran la presencia casi permanente de altas concentraciones de Clorofila-a indicando que se trata de una zona en donde la productividad primaria también es elevada.

M2-2

**IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS AMBIENTALES EN EL
ÁREA DE CAPTACIÓN DEL ESTERO "LAS MUJERES",
TAMAULIPAS UTILIZANDO ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE
IMÁGENES DE SATÉLITE Y SIG**

Requena Lara Glenda N., Casas González Silvia y Cavazos
Llitteras Heberto
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Correo Electrónico: grequena@uat.edu.mx

El Estero "Las Mujeres" es un cuerpo de agua de carácter intermitente asociado con la Laguna Madre. Por ubicarse en límite sur del espejo de agua de dicha Laguna, en época de estiaje es uno de los esteros más afectados por desecación e hipersalinidad. Los vientos, las altas tasas de evaporación y la escasez de lluvias provocan primero la hipersalinización y luego la desecación casi total del estero,

por lo que en los últimos años mantiene agua en una mínima fracción de su embalse, o de forma temporal después de lluvias fuertes. Durante la mayor parte del año, se encuentra casi seco y dominan los vientos del sur, de forma que el arrastre eólico, afecta los terrenos aledaños y las actividades humanas que en ellos se desarrollan.

Apoyándose e información digital de diferentes coberturas temáticas y con visitas de campo, se clasificaron imágenes de satélite de 1974 y 2000, y se utilizaron como apoyo imágenes de 1985 y 1992. De esta forma, se obtuvieron las diferentes ocupaciones del suelo en el área de estudio para el correspondiente análisis multitemporal. Con la aplicación de este proceso, se hizo evidente el cambio en la cobertura vegetal, la disminución del volumen y espejo de agua -que trae consigo un fraccionamiento del hábitat del estero- así como el avance de los suelos arenosos, producto este último del arrastre eólico. Se estima un aumento importante en la superficie cubierta con suelos arenosos desde 1974 a 2000, de la que un alto porcentaje se ubica en terrenos agrícolas.

M2-3

**ANÁLISIS DE CAMBIOS EN LA LÍNEA DE COSTA DE LA
BARRERA ARENOSA EL MOGOTE, LA PAZ, B.C.S.
(1978-2000)**

Martínez Flores Guillermo y Godínez Orta Lucio
CICIMAR, IPN
Correo Electrónico: gmflores@ipn.mx

El objetivo principal del monitoreo de la línea de costa es el de entender el patrón de los ciclos erosivos y de acreción de una área determinada, para poder manejar datos de predicción confiables que puedan ser incorporados en las políticas de planificación de uso de suelo. Con la finalidad de evaluar las tasas de cambio en la línea de costa de la barrera arenosa El Mogote, así como el transporte litoral en su costa norte, se procesaron fotografías aéreas escala 1:80000 de 1978 (CETENAL) y 1:75000 de 2000 (INEGI-SINFA). Se utilizó un sistema de información geográfica para corregirlas geométricamente y georreferenciarlas, y se hicieron composiciones en falso color para evidenciar las zonas de cambio. Se procesaron las bandas 2, 3 y 4 de una imagen Landsat ETM+ de diciembre de 1999 para obtener un índice de sedimentos en suspensión. Se calculó el transporte litoral mediante fórmulas empíricas que incorporan datos del sedimento, pendiente y oleaje. Se elaboró un modelo digital de elevación y un mapa de isobatas a partir de datos batimétricos obtenidos con una ecosonda modelo Raytheon V8010. Con los resultados obtenidos de las metodologías usadas, calculamos las tasas anuales de erosión/depósito, y la tasa de transporte litoral. Se discute la validez del procesamiento de imágenes Landsat como herramienta complementaria en la descripción o modelado de los mecanismos de transporte litoral.

M2-4

**BALANCE DE NUTRIENTES DURANTE EVENTOS DE
SURGENCIA EN BAHÍA SAN QUINTÍN, B.C., MÉXICO**Rodríguez Cardozo Laura¹ y Camacho Ibar Victor²¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC

Correo Electrónico: lauracea@hotmail.com

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

Bahía San Quintín es una laguna costera altamente productiva ($\approx 190 \text{ mmolCm}^{-2}\text{d}^{-1}$) localizada en una zona desértica en el estado de Baja California, México. Este sistema se encuentra influenciado por eventos de surgencia que ocurren en el océano adyacente durante todo el año y con mayor intensidad en primavera-verano. El agua introducida por medio de este evento abastece el sistema con nitrógeno nuevo (nitratos), el cual es asimilado rápidamente, fomentando una alta productividad fitoplanctónica y de pastos, así como una alta biomasa dentro de la bahía. Para el manejo sustentable de los recursos costeros es importante ampliar el conocimiento acerca de los flujos de nutrientes dentro y fuera de un sistema, para ello en este trabajo se hicieron balances incluyendo: nitrógeno orgánico disuelto (NOD), nitrógeno inorgánico disuelto (NID) y fósforo inorgánico disuelto (PID) para varios momentos de un evento de surgencia en Bahía San Quintín. Se utilizó el modelo de balances de agua, sal y nutrientes recomendado por el Proyecto de Interacciones Tierra-Océano en la Zona Costera (LOICZ), en el cual hacen balances de masas de nutrientes relacionados estequiométricamente. Se encontró que Bahía San Quintín es un sistema exportador neto de PID durante todo un evento de surgencia, es decir que la respiración es mayor que la producción primaria bruta y por lo tanto presenta heterotrofia neta. El NID se comporta como importador neto o exportador neto dependiendo de la intensidad y del momento de la surgencia, sin embargo Bahía San Quintín es un sistema desnitrificante neto, lo cual indica que es un sumidero de nitrógeno.

M2-5

**BITSMEX: UN BANCO DE DATOS SATELITALES ACCESIBLE
VÍA INTERNET DE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE
DEL MAR DE LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA DE
MÉXICO Y DE LAS AGUAS OCEÁNICAS ADYACENTES**

Rodríguez Rodríguez Ranulfo, Gallegos García Artemio,

Márquez García Erik y Lecuanda Raymundo

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Correo Electrónico: ranulfo@mar.icmyl.unam.mx

Es evidente la importancia de los bancos de información de datos ambientales que son accesibles vía Internet, cuya utilización en nuestro país, por fortuna, va en aumento. Las instituciones nacionales del sector gobierno —el INEGI, de manera destacada—, del sector privado y del sector académico de investigación científica, orientan cada día mayores recursos para la creación, ampliación y actualización de acervos organizados de datos y la producción de información. En el caso específico de los acervos de datos ambientales marinos, recientemente se ha terminado la primera fase de un banco de datos satelitales (de radiometría avanzada de muy alta resolución -AVHRR) de la temperatura de la superficie del mar de la Zona Económica Exclusiva de México y de las aguas oceánicas internacionales adyacentes, accesible vía Internet: tsunami.icmyl.unam.mx. La presente colaboración consiste en la exposición de los antecedentes,

los propósitos, la estructura fundamental y los alcances inmediatos del banco de imágenes satelitales BITSMEX, así como de su accesibilidad y del servicio que se propone dar a los usuarios.

M2-6

**UN ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN MENSUAL DE LA
TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL MAR EN LA
REGIÓN DE CABO CORRIENTES Y BAHÍA DE BANDERAS
DURANTE EL PERÍODO ENERO/1996 A DICIEMBRE/2002.**

Gallegos García Artemio, Rodríguez Sobreyra Ranulfo y

Márquez García Erik

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Correo Electrónico: gallegos@mar.icmyl.unam.mx

La variabilidad de la temperatura de la superficie del mar (TSM) adyacente a las costas de Jalisco y Nayarit expresada en una sucesión de imágenes satelitales de esta variable —84 medias mensuales correspondientes al periodo de enero/1996 a diciembre/2002— permite apreciar una evidente aunque intermitente surgencia costera centrada en Cabo Corrientes. En un intento de explicar el forzamiento de este fenómeno se realizó un análisis estadístico con base tanto en una comparación de las componentes principales (funciones empíricas ortogonales) de dos transectos de la TSM, uno paralelo a la costa y otro perpendicular que bisecta a la Bahía de Banderas, como en el estudio de la climatología local de la TSM. Lo anterior con el fin de encontrar las configuraciones típicas estacionarias de esta variable susceptibles de asociarse, tanto a la dinámica de la circulación local de mesoescala de la superficie del océano como al forzamiento meteorológico que sucede en esta área geográfica.

M2-7

**EVOLUCIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA
DE LA SUPERFICIE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC
DURANTE EL PERÍODO DE ENERO/1996 A DICIEMBRE/
2002**

Márquez García Erik, Gallegos García Artemio y Rodríguez

Sobreyra Ranulfo

Instituto Nacional de la Pesca

Correo Electrónico: erik_marquez@yahoo.es

La intensa mezcla vertical que en el estrato superficial del mar inducen los 'nortes' en Golfo de Tehuantepec interrumpe drásticamente, hacia el sur, la extensión de la 'alberca caliente' del Pacífico mexicano. Este fenómeno reduce la disponibilidad de energía calorífica para los procesos convectivos profundos de la tropósfera baja sobre esta zona geográfica durante el verano y restringe también el tamaño de la alberca. Siguiendo este razonamiento cabe preguntar si a una temporada de 'nortes' intensos y fuertes debe seguir una temporada de tormentas tropicales y ciclones relativamente debilitada: más corta, o con menos ciclones o con ciclones de menor grado. O viceversa, ¿a una débil temporada de 'nortes' en el Golfo de México seguirán ciclones intensos en el Pacífico mexicano? Una manera de abordar la respuesta científica a tales interrogantes es analizar la variabilidad de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en el Golfo de Tehuantepec, en virtud de que la distribución espacial de esta variable se asocia directamente a los procesos de interacción océano-atmósfera, particularmente con aquellos que más contribuyen a la convección profunda. Con tal propósito, se procesaron 84 composiciones de imágenes satelitales tomadas del BITSMEX

(tsunami.icmyl.unam.mx), para analizar la evolución mensual de la temperatura del agua de la superficie del Golfo de Tehuantepec durante el período de enero/1996 a diciembre/2002.

con respecto a las concentraciones obtenidas en la zona control. (243 mgkg⁻¹ de Fe y 434 mgkg⁻¹ de Al). Lo anterior indica un aporte considerable de sedimentos terrestres en el área.

M2-8

GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS DEL ARRECIFE CORALINO CAYOS ARCAS (ACCA)

Solórzano Hilda Rivas, Cram Heydrich Silke, Sommer Cervantes
Irene, Fernández Lomeli Pilar y Carmona Jimenéz Estela
Instituto de Geografía UNAM
Correo Electrónico: hilda@igiris.igeograf.unam.mx

Los arrecifes coralinos están entre los ecosistemas más diversos de la tierra, se desarrollan óptimamente en aguas claras, someras con temperaturas de entre 18 y 30°C, con concentraciones bajas de nutrimentos. Cualquier evento natural o actividad antrópica que cambie éstas condiciones pueden afectarlos entre otros factores porque la capa de tejido que cubre su esqueleto es muy delgada (-100mm) y rica en lípidos lo que facilita la entrada e incorporación de sustancias químicas a estos organismos.

El Arrecife Coralino Cayos Arcas ubicado en el Golfo de México a 172 Km. al norte de Cd. del Carmen, Campeche, reporta una zona de tráfico intenso de diferentes embarcaciones como buquetanques petroleros que descargan agua de lastre rica en sedimentos terrestres, esta agua lleva sólidos suspendidos que generalmente son sedimentos finos provenientes de ríos. La aportación al sistema coralino de estos sólidos puede llegar a ser considerable (aproximadamente 73 toneladas de sedimento por mes) lo que podría causar problemas de turbidez en el mismo; por lo cual, es importante conocer el aporte de sedimentos terrestres al arrecife.

Se consideró como zona control el Arrecife Coralino Triángulos (ACT) ubicado a 253 Km. de Cd de Carmen Campeche, el ACT se encuentra bien desarrollado, y es menos complejo estructuralmente que Cayos Arcas; sin embargo a diferencia de este no está directamente afectado por el intenso tráfico de las embarcaciones y aparentemente la hidrodinámica local no favorece el transporte de masas de agua entre Cayos Arcas y Triángulos.

Las relaciones geoquímicas entre sedimentos terrestres y marinos son diferentes, tal es el caso del Fe y el Al. En la litosfera ambos elementos se encuentran entre los diez elementos más abundantes en cantidades de 82.300 y 56.000 ppm respectivamente, la parte más importante de la litosfera desde el punto de vista de la geoquímica ambiental es el suelo, el cual es una mezcla heterogénea de agua, minerales y materia orgánica. La matriz mineral del mismo se origina a partir de los silicatos de Fe y Al, a diferencia del origen de los sedimentos marinos en donde la composición química del agua está ligada a materiales que puedan disolverse en ese medio y la movilidad de las sustancias químicas en el mismo está controlada por su solubilidad.

En agosto del 2001 se llevó a cabo un muestreo en transectos en la zona de interés, se tomaron 71 muestras de sedimento: 56 en el ACCA y su área de influencia abarcando un área de 38 km² aproximadamente y 15 muestras en el sitio control ACT. Se realizaron análisis de tamaño de partícula y contenidos de Fe y Al con el fin de conocer el aporte terrestre de estos elementos al arrecife. Los resultados obtenidos indican concentraciones más altas de Fe y Al en los sedimentos del ACCA (4829 mgkg⁻¹ de Fe y 5360 mgkg⁻¹ de Al)

Sesión SELPER

**Estudios geológicos y geomorfológicos,
prospección mineralógica y petrolífera**

Miércoles 5

SALA "D"

M3-1

DETECCIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL GOLFO DE MÉXICO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES DE SATELITE Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, PARA LA EXPLORACIÓN PETROLERA

Limón González Mario y Mendez Sánchez José Guadalupe
Exploración y Producción, Subdirección de la Coordinación Técnica
de Exploración, PEMEX
Correo Electrónico: mlimong@pep.pemex.com

La estrategia de Petróleos Mexicanos para exploración, es la de buscar nuevos yacimientos en aguas profundas del Golfo de México; la Gerencia de Modelado Geológico Regional de la Subdirección de la Coordinación Técnica de Exploración está coordinado conjuntamente con la Región Marina Suroeste, el proyecto Caracterización de los sistemas Petroleros de México, Basado en el Análisis Geoquímicos de Alta Resolución de Crudos Condensados y Gases, dentro de este Macro proyecto se está realizando la detección, muestreo, análisis y ubicación de manchas de aceite en el Golfo de México que es la parte que se expondría en la XIII Reunión Nacional SELPER-México 2003.

El proyecto inicia con el uso de imágenes de satélite Radarsat de diferentes fechas, mismas que son interpretadas por especialistas de imágenes de satélite, quienes realizan la vectorización de las emanaciones de aceite en la superficie del mar en diferentes fechas, igualmente se llevan a cabo diferentes análisis de temperatura de la superficie del mar, nubosidad, corrientes marinas, etc., la información interpretada y vectorizada es llevada a un sistema de información geográfica, donde se realizará la integración de toda la información espacial que se genere en el transcurso del proyecto. El siguiente paso es el de correlacionar la ubicación de las manchas con líneas sísmicas para corroborar o descartar la ubicación de un posible punto de muestreo. Actualmente se está empezando la etapa de obtención de muestras (núcleos) de las áreas seleccionadas para realizar el estudio de estas y poder realizar la correlación de información para determinar posibles áreas de exploración en el Golfo de México.

Básicamente en este trabajo se presentará el uso de imágenes de satélite y las herramientas SIG para la integración, análisis y correlación de información de diversas fuentes y la interacción con las geociencias para la exploración petrolera.

M3-2

RECONOCIMIENTO DE FALLAS TRANSVERSALES NE-SW DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA A PARTIR DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Bernal Campos Amado¹ y Alvarez Béjar Román²

¹ Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Aragón, UNAM
Correo Electrónico: abc@uxdea4.iimas.unam.mx

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

El movimiento de la Baja California acoplado a la placa del Pacífico se ha considerado como el de un bloque rígido cuyo límite oriental esta constituido por una serie de fallas transformantes NW-SE a lo largo del Golfo de California. Se conocen algunas fallas en la península y su plataforma continental con ese rumbo aproximado, entre las que se encuentran las fallas de San Pedro Mártir, Guerrero Negro y Tosco-Abreojos. Los reportes geológicos y tectónicos

disponibles no reportan fallas importantes perpendiculares a la dirección de las fallas transformantes. Primero construimos un mosaico de la península basándonos en un modelo digital de elevación (MDE), con una resolución de 3" de arco, para subsecuentemente resaltar los alineamientos y posibles fallas transpeninsulares en la dirección NE-SW. Estos rasgos se acentuaron mediante la iluminación artificial del MDE ajustando parámetros de la fuente de iluminación como su azimut y su ángulo de elevación, y luego se confirman mediante acercamientos y seguimiento en vuelos simulados. El trazado de los alineamientos se hace en forma automática pero supervisada. Los resultados muestran que entre las latitudes 24°-29°N y longitudes 111°-115°W se encuentran por lo menos cinco alineamientos transpeninsulares en la dirección NE-SW, que pueden ayudar a entender mejor los procesos tectónicos de extensión y compresión en el area.

M3-3

SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES DE TOMOGRAFÍA DE RAYOS X DE LAS MUESTRAS DE NÚCLEOS DE PERFORACIÓN

Taud Hind, Martínez Ángeles Raymundo y Hernández Escobedo Luis

Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: htaud@imp.mx

En un yacimiento petrolero pueden ser medidas propiedades físicas importantes de una roca como la porosidad secundaria mediante el procesamiento y el análisis de una serie de imágenes de tomografía de rayos X, con la ventaja de obtener, en forma no destructiva, una visión del interior de este tipo de rocas. El procedimiento tradicional empieza con la segmentación de la imagen en dos regiones de interés: el espacio vacío (poros o vóculos) y el sólido. Esta etapa de segmentación es crucial en cualquier sistema de visión por las dificultades que conlleva y por la importancia de sus resultados.

Aunque las imágenes de tomografía se prestan a una interpretación visual simple, ciertas limitaciones que surgen durante el proceso de generación o de construcción y de la composición de algunas rocas hacen que los valores de densidad desde el vacío hasta la densidad de los sólidos crezcan de manera continua, sin mostrar un límite claro entre las dos regiones. Dicho de otro modo, la frontera observada es borrosa. Estas limitaciones junto con la ausencia de un conocimiento a priori de las propiedades de la roca y la complejidad e irregularidades de los patrones del espacio vacío que la constituyen, complican el proceso de segmentación y por consiguiente el de una interpretación adecuada.

En el presente trabajo se describen estas limitaciones y sus consecuencias en el proceso de segmentación. Se presentan algunas técnicas de segmentación, a través de las cuales se obtienen resultados diferentes. Dado que no hay por el momento ningún elemento para evaluar los resultados, aparte de los datos de la densidad, que arroja la tomografía, no se puede destacar la eficacia de un método sobre otro.

Una mejor evaluación se logrará a través de la integración de cinco métodos diferentes: tomografía de rayo X, inyección de helio, análisis visual, microregistro de imágenes eléctricas y petrografía cuantitativa.

M3-4

SEGMENTACIÓN DE REDES DE MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PUNTOS DE INFLEXIÓN EN IMÁGENES DE: SATÉLITE, MODELOS NUMÉRICOS DE TERRENO Y TOMOGRAFÍA DE RAYOS X DE ROCAS

Martínez Ángeles Raymundo, Taud Hind y Hernández Escobedo Luis

Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: rmangele@imp.mx

En la prospección petrolera existe una variedad de imágenes digitales que pueden ser reinterpretadas en términos de redes de máximos, mínimos y puntos de inflexión. En esta comunicación se presentan tres casos diferentes de aplicación: una imagen de satélite, un modelo numérico de terreno y una sección de tomografía de rayos X en una roca. En el primer caso la segmentación de las redes en una zona desértica y montañosa corresponde a eventos geológicos (estratificación, fallas) y geomorfológicos (cimas, valles, red hidrográfica). En el segundo ejemplo las redes de máximos, mínimos y puntos de inflexión corresponden a redes de cimbras, red hidrográfica y red de versantes respectivamente. Mientras que en el último dominio las redes de máximos, mínimos y puntos de inflexión están correlacionadas con regiones impermeables, regiones de flujo de fluidos y dominios de porosidad. Las redes se obtuvieron mediante algoritmos (filtrado lineal y morfología matemática) del procesamiento y por un análisis interpretativo de cada imagen digital.

M3-5

MODELO GRAVIMETRICO DEL MARCO TECTONOSEDIMENTARIO ACTUAL DEL GOLFO DE CAMPECHE, MÉXICO

Sandoval Ochoa José Héctor¹, Araujo Mendieta Juan², Aguayo Camargo J. Eduardo² y Ángeles Cordero Edgar²

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

Correo Electrónico: ance25@yahoo.com

² Exploración y Producción, Instituto Mexicano del Petróleo

Con los análisis de datos y distribución de anomalías de gravedad observados en el mar del suroeste del Golfo de México, integrados del proyecto IDOE-LEG2 y satelitales de NOAA (UCSD-SIO) se ha modelado asimismo, con los resultados obtenidos de la Geomorfometría Avanzada de la región; la expresión gravimétrica regional de los elementos estructurales mayores de la corteza terrestre ubicada encima del manto superior.

Los datos cruzados soportan el modelo de la organización estructural adquirida en la actualidad por la región y sus alrededores después de: 1-Haberse creado el cuenco receptor del relleno sedimentario en la zona distensiva basamental "post-rift", al término del Periodo Triásico. 2-Una vez generado el hueco para el depósito sedimentario, éste a partir del Jurásico Medio, recibió los mantos salinos y a otros. 3- Los cuerpos de sal sepultados fueron deformados con el diapirismo del Terciario con predominancia vertical de gran altura y/o profundidad sindeposicional hacia el Reciente.

En este arreglo tectonosedimentario el prisma sedimentario del Terciario-Reciente, aunque deformado, tuvo el aporte de los terrígenos clásticos continuamente en su mayor proporción, desde las sierras altas del sureste mexicano; se extiende hasta la depresión de

Sigsbee, se sustenta sobre el basamento de rocas calcáreas del Periodo Cretácico y sobre la corteza oceánica de la cima solidificada del manto superior, la cual fue emplazada en el Jurásico.

La Zona de Transición Océano-Continente se localiza ahí donde los basamentos mesozoicos se juxtaponen con la cima solidificada del manto superior a lo largo de un lineamiento orientado NE-SW. El extremo NE se encuentra al sur de la latitud 20°N a una profundidad aproximada de 17 km. debajo de la prolongación norte de la Sonda de Campeche (i. e. Cañón de Campeche). El extremo SW se encuentra al norte de la latitud 18°N en la parte oriental del Macizo de San Andrés a una profundidad aproximada de 20 km. Esta zona transicional delimita hacia el Golfo de México la extensión de las prolongaciones soterradas de las sierras plegadas del sureste de México como núcleo tectónico de las tres porciones orogénicas que respectivamente parten del norte de Oaxaca, Chiapas y Guatemala, con tendencias hacia el noroeste, y definiendo así, parte de la margen continental en el SW del Golfo de México.

Así la región tectonosedimentaria submarina y terrestre del Golfo de Campeche de acuerdo a los datos, esta enmarcada por nueve grandes elementos corticales o provincias tectónicas diferentes, las cuales se enumeran en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj: a) La plataforma occidental y/o la microplaca de Yucatán delimitada a lo largo del Cañón de Campeche, el cual corre desde el sur del Petén, incluye la zona sumergida de la Laguna de Términos, la Sonda de Campeche y desemboca en la depresión abisal de Sigsbee. b) El Núcleo Tectónico de Centroamérica y sus prolongaciones soterradas de las sierras del sureste de México, que se extienden hasta la Zona de Transición Océano-Continente, referida antes. El Núcleo Tectónico en la región esta compuesto por tres bloques basales que en conjunto tienen una forma esfenoidal de expresión positiva y soportado tanto por la geomorfometría como por la gravimetría, siendo en apariencia un bloque cortical soterrado aunque elevado y buzante al noroeste, que pudiera ser, sino un estribo desprendido de la plataforma yucateca, sí un contrafuerte juxtapuesto a la microplaca. c) El núcleo continental del este y sur del continente mexicano, el cual se delimita a lo largo del Cañón de Veracruz, que corre desde el sur del Macizo de San Andrés y la zona de topografía mas baja del Istmo de Tehuantepec, al norte del Macizo hasta el frente inferior de las Cordilleras Submarinas Mexicanas del occidente del Golfo, asimismo, a lo largo del propio Cañón de Veracruz, hasta la depresión abisal de Sigsbee. d) La Región de Deformaciones Salinas Diapiricas de la cubierta o prisma sedimentario del Terciario-Reciente, se la ubica sobre la corteza oceánica solidificada del suroeste del Golfo de México y cuyo límite austral se encuentra a lo largo de la Zona de Transición Océano-Continente.

Se espera que la distribución espacial de los elementos estructurales tectonosedimentarios obtenida de los análisis e integración de los resultados geofísicos y geomorfométricos en el modelo, pueda tener aplicación para normar criterios holísticos en la exploración petrolera marina, cuando sean conocidos los tipos de rocas asociadas a cada elemento descrito en su posición actual y respecto a las componentes que exige la definición moderna de un Sistema Geológico Petrolero.

Sesión SELPER

**Estudios hidrológicos y geohidrológicos,
caracterización y manejo de cuencas**

Jueves 6

SALA "D"

M4-1

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS (SIGAT)

Casas González Silvia¹, Villarreal González Jose María¹, Denux Jean Phillipe² y Gay Michel²

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas
Correo Electrónico: scasas@uat.edu.mx

² Escuela Superior de Agricultura de Purpan, Francia

Las condiciones de exposición del suelo en las Zonas Norte y Centro de Tamaulipas, modificaron las características ambientales que indujeron condiciones de sequía cada vez más severas; esto es evidente al estudiar los registros históricos de las presas y los escurrimientos de los ríos en la región, como el Río Bravo, cuyo escurrimiento se ha reducido de 1993 al presente en más del 70% respecto de la media histórica. Las suspensiones de riego por la carencia crítica de agua han provocado incluso conflictos sociales de orden internacional, como cierres de puentes por agricultores texanos; además de pérdidas de miles de toneladas de sorgo y otros cultivos en la región norte de Tamaulipas.

Para hacer frente a estos problemas, es totalmente necesario un mejor manejo y administración del recurso hídrico disponible; incluyendo medidas, tanto de reducción del consumo urbano, como de modernización de los sistemas de riego agrícola, que son los que consumen mayores cantidades de agua con mayor ineficiencia.

De lo anterior, se deriva el interés del estudio en determinar y establecer las bases de un Sistema de Información Geográfica, que sirva como herramienta para una gestión adecuada del agua en la Zona Norte de Tamaulipas; particularmente enfocado en el Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan.

La primera fase del proyecto, consistió en la elaboración de las bases de datos temáticas y cartográficas de la región de estudio; de aquí se obtuvieron estadísticas de una sección del distrito como modelo para estimación de las necesidades hídricas; se generó además un modelo digital del terreno con el cual fue posible realizar diversos estudios de la subcuenca.

Una vez obtenidas las capas de información en formato digital, se procedió a incorporar los datos agronómicos, edafológicos y climáticos. Utilizando tecnologías de informática, como la teledetección y el SIG, entre otras, fue posible el tratamiento y unificación de información y datos, que son diversos y provienen de diferentes fuentes y formatos. Con esto, se logró la producción de estadísticas actualizadas para el respectivo análisis. En el desarrollo de esta primera fase se capacitaron dos especialistas en el instituto francés GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale).

Con la información en formato digital, se procedió a analizar la demanda de agua desde el punto de vista de riesgo de sequía, cuyo desarrollo produjo una tesis de licenciatura. Por otra parte, se realizaron estudios de balance hídrico y se estimaron las necesidades de agua para el sector agrícola, definiendo criterios de manejo de agua para uso agronómico.

Finalmente, se generó el sistema dirigido a los usuarios, el cual permite, entre otros usos, seleccionar diferentes niveles de información para consulta, actualización y análisis espacial.

M4-2

SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE NIVEL DE LÍQUIDO, APLICADO A LA COMISIÓN MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COATEPEC

Pretelin Canela Jacinto Enrique, Gasca Herrera Ángel Eduardo y Tejeda Villa Antonio
Universidad Veracruzana
Correo Electrónico: pretelinc@hotmail.com

Este trabajo presenta el desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Control Remoto de Nivel de líquido, que será aplicado a la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento del Municipio de Coatepec. La composición intrínseca del sistema esta dividida en dos componentes principales: El primero que es el software es realizado bajo la filosofía de instrumentación virtual, caracterizando al monitoreo y control dentro de un programa de computadora, para manipular las funciones que este brinda, como la activación ó desactivación de las bombas de agua que tiene cada localidad. El sistema además de manipular las bombas de agua, permite medir, almacenamiento, procesamiento, intercambio de información y graficar en tiempo de un minuto las mediciones tomadas de volumen por dispositivos detectores de nivel ubicado en sitios remotos. La comunicación de datos se hace vía radio, puerto serie RS-232, lo que le permite que el sistema pueda ser instalado en cualquier computadora, sin necesidad de una tarjeta adicional. El segundo que es el hardware es realizado bajo la filosofía de generar prototipos electrónicos de alto rendimiento, bajo consumo de energía eléctrica y integración de módulos escalables con tecnología capaz de ser explotada con el software generado. Con la integración de ambos componentes logramos desarrollar el sistema de automatización, abatiendo costes y beneficios inmediatos a la CMAPS de Coatepec. El factor decisivo para la realización de este proyecto es el aplicar la metodología orientada a objetos de Coad y Yourdon, que nos brinda una manera clara y fácil de comprender los requerimientos de una institución pública.

M4-3

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE GUADALUPE, BAJA CALIFORNIA

Daesslé Heuser Luis Walter¹, Camacho Ibar Victor¹, Mendoza Espinosa Leopoldo¹, Rozier Wouter², van Dorst Lucinda² y Carriquiry Beltrán José¹

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

Correo Electrónico: walter@uabc.mx

² Hoogeschool Zeeland, Vlissingen, Holanda

El presente estudio inició en 2001, con el objeto de conocer la calidad del agua subterránea extraída del acuífero de Guadalupe para uso agrícola y urbano en la región, así como elucidar los procesos naturales y antropogénicos que determinan la composición del agua en esta región. Con base en una red de muestreo de 38 pozos, mediante diversas técnicas analíticas en la UABC (titulación, colorimetría, autoanalizador de nutrientes, ICP-AES, AAS y sonda multiparámetros), se determinaron diversos parámetros químicos y fisicoquímicos del agua. Se identificaron distintas características composicionales, siendo la más notable, la alta concentración de iones mayores, nitratos y metales en la zona de la Fosa Porvenir, con concentraciones que rebasan las norma oficiales para propósitos de

uso y consumo humano. La baja calidad del agua en la Fosa Porvenir, probablemente se deba a los mayores tiempos de residencia del agua (flujos restringidos) en esta zona. Los sólidos totales disueltos en el agua subterránea de Guadalupe tienen un rango de concentración de 0.41 a 2.72 g/L, presentando los valores más bajos (mejor calidad) al sur de la Fosa Calafia, donde se localizan los pozos de abasto a la ciudad (CESPE), así como en la región SW del valle. No se observa un gradiente composicional específico a lo largo de la dirección del flujo de agua E-W a lo largo del Arroyo Guadalupe, sin embargo existen indicios de la existencia de fuentes alternas de agua hacia la cuenca, desde sus vertientes norte y sur. Lo anterior se observa, por ejemplo, a partir de las bajas temperaturas asociadas a las altas concentraciones de P en el límite sur de la cuenca y el ligero incremento en las concentraciones de As hacia el límite norte. Sin embargo, las concentraciones de este metaloide (el As) son por mucho (~50x) inferiores a los límites oficiales para agua de uso y consumo humano en México (0.05 mg/L. Los nitratos en agua subterránea también son de particular interés desde el punto de vista de salud pública. El promedio de N-NO₃ en los pozos de CESPE (Fosa Calafia) durante las cuatro campañas de muestreo se mantuvo entre 0.9 y 2.0 mg/L. Aunque estos valores corresponden a pozos moderadamente contaminados de acuerdo con la clasificación del Programa Nacional de Evaluación de la Calidad del Agua de los Estados Unidos (NAWQA), ninguna muestra en ningún muestreo excedió los 10 mg/L establecidos en la NOM-127-SSA-1994. Aunque algunos pozos excedieron el límite de 10 mg/L (Fosa Porvenir) el valor promedio para todos los pozos fue menor de 5 mg/L en todos los muestreos.

M4-4

APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO (RUSLE) EN LA CUENCA DEL YAQUI

Sánchez Andrés Raquel, Garatuza Payán Jaime y Sánchez Carrillo Salvador

Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora

Correo Electrónico: rsanchez@itson.mx

La realización de trabajos encaminados a prevenir y evaluar riesgos es necesaria para una correcta gestión de los recursos naturales. El suelo es uno de los recursos más importante y más amenazado en zonas semiáridas y áridas, por lo que la evaluación del riesgo de erosión hídrica es vital para promover estrategias de conservación. En este trabajo se presenta la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (RUSLE) en una cuenca semiárida de 72,000 km² ubicada en el NW de México, entre los Estados de Sonora y Chihuahua.

Para la elaboración del mapa de erosión (A) previamente se realizaron una serie de mapas de cada uno de los factores que intervienen en la ecuación, utilizando para ello el software IDRISI creando mapas tipo raster con una resolución de 100 m. Los mapas realizados fueron los siguientes: 1.- Mapa de R o erosividad: obtenido desde pluviómetros situados en la cuenca y en sus alrededores a partir de una modelación de la precipitación por evento de tormenta con pluviómetros: balancín y la relación con los volúmenes de lluvia total registrados en las diferentes estaciones con pluviómetros totalizadores. 2.- Mapa de K o erosionabilidad: mediante la aplicación de los datos derivados de los perfiles edáficos de los mapas de suelos del INEGI en el software RUSLE 1.06b. 3.- Mapa de LS: a partir de la extracción de los datos relativos a la longitud de ladera del DEM

desarrollado para la cuenca y aplicándolos en el software USLE-2D y 4.- Mapa de C o cobertura vegetal: desde la relación de imágenes de satélite LANDSAT, con los índices de vegetación (NDVI), y con las tablas de modificadas de Homberg (1983).

El mapa de erosión potencial de toda la cuenca se obtuvo de la multiplicación de los mapas de R, K, LS y C y una vez realizado, se reclasificaron los valores obtenidos de acuerdo a 4 rangos de erosión: <5 ton/ha/año (erosión baja); 5-25 ton/ha/año (erosión moderada); 25-50 ton/ha/año (erosión media); 50-100 ton/ha/año (erosión alta); 100-200 ton/ha/año (erosión muy alta) y >200 ton/ha/año (erosión crítica). Los resultados muestran que más del 50% de la superficie de la cuenca presenta un riesgo potencial de erosión de alto a crítico, el 11% medio y tan solo un 38% de la cuenca tendría un riesgo potencial de bajo a moderado.

M4-5

ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA (RUSLE) EN UNA CUENCA SEMIÁRIDA A PARTIR DEL VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACIÓN DIARIA

Sánchez Andrés Raquel, Sánchez Carrillo Salvador y Garatuza Payán Jaime

Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora

Correo Electrónico: rsanchez@itson.mx

Uno de los principales problemas que presenta la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (RUSLE), en cuencas de gran extensión sujetas a tormentas torrenciales, es la ausencia de registros históricos completos de lluvia para la obtención del factor erosividad de la lluvia o R. Este parámetro mide la fuerza erosiva de una lluvia, definiéndose como el producto de la energía cinética de un evento de tormenta por su intensidad máxima en 30 minutos. En este trabajo se presenta el ajuste entre los datos de lluvia por evento, obtenidos de pluviómetros tipo balancín (de las estaciones procedentes del proyecto NAME), y los datos de lluvia diarios procedentes de pluviómetros totalizadores, para la obtención del valor de R, en una cuenca semiárida de gran extensión (72,000 km²) en el NW de México.

A partir de los registros continuos de lluvia procedentes de las 50 estaciones pluviométricas tipo balancín, distribuidas aleatoriamente en la cuenca, se obtuvo la R de cada evento de tormenta (Rt) que fue utilizada para definir una R promedio total para cada estación (RT). A continuación, con el promedio de los Rt de cada día calculamos una R diaria (Rd), y con el promedio de todas las Rd, al igual que con RT, calculamos una R total diaria por estación (RD). La relación entre ambas (RT y RD) resultó significativa estadísticamente (R²=94%) por lo que era posible calcular el factor R a partir de datos diarios de lluvia (RD) en vez de por eventos de tormenta (RT). Se observó que existió una relación entre el volumen de lluvia diario y RD a partir de una función que incluía al promedio de los volúmenes diarios de lluvia (Vmd) y a la altitud (H): $RD = -160.862 - 0.0835 \cdot H + 107.856 \cdot Vmd$, $R^2 = 63\%$ $p < 0.05$. Finalmente, el método propuesto fue aplicado a los datos de lluvia diaria del periodo 1986-1999 procedentes de todas las estaciones totalizadoras con el que se obtuvo, mediante el software IDRISI, el mapa de distribución de R para toda la cuenca.

M4-6

EFFECTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL ESCURRIMIENTO EN LA SUBCUENCA 24BF "MONTERREY", APLICANDO UN SIG

Murillo Sánchez Eréndira¹, Lozano García Fabián¹, Bremer Bremer Martín¹ y Guerra Cobián Víctor Hugo²

¹ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Correo Electrónico: dflozano@itesm.mx

² Universidad Autónoma de Nuevo León

Han habido ocasiones excepcionales en las que han penetrado huracanes en el estado de Nuevo León -específicamente en la ciudad de Monterrey-, causando avenidas repentinas del río Santa Catarina y daños en diferentes formas. Por tal motivo es importante estudiar las condiciones fisiográficas de la subcuenca del río Santa Catarina y así predecir las avenidas de agua causadas por las lluvias, para tomar medidas preventivas de modo que se eviten daños como los que se han suscitado a través de la historia del desarrollo de Monterrey. La metodología empleada se basa en el uso de un SIG para construir un Modelo Hidrológico que incluya la descripción morfológica de la subcuenca en estudio, así como el cálculo de los caudales máximos en diferentes periodos (1975 y 1995), y finalmente el análisis de los cambios de uso de suelo en 20 años y su efecto en el escurrimiento. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran un incremento de un poco mas del 10% (524 m3/seg) en 20 años. La vegetación en ese lapso de tiempo cambió debido a diferentes factores de disturbio, como incendios, tala inmoderada, agricultura y ganadería, entre otros. La vegetación primaria -y por consiguiente con mayor capacidad de captación de agua- (como bosques y matorral submontano), está siendo sustituida por vegetación indicadora de disturbio o secundaria (como chaparral), o simplemente por vegetación con menores requerimientos de humedad o en el peor de los casos por suelo desnudo. En su conjunto, estos cambios están causando un aumento en el escurrimiento que provoca la erosión de la superficie del suelo y el acarreo de sedimentos.

M4-7

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EROSIÓN MEDIANTE RUSLE Y SIG EN UNA CUENCA DE AMBIENTE SEMIÁRIDO: OBTENCIÓN DEL FACTOR DE COBERTURA VEGETAL (C)

Garatuza Payán Jaime, Sánchez Andrés Raquel, Sánchez Carrillo Salvador y Navarro Verdugo Jose Maria

Depto. Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora

Correo Electrónico: garatuza@itson.mx

Uno de los problemas que en general presentan los estudios a escala de cuenca es la dificultad para obtener la información, por lo que realizar algún tipo de evaluación de riesgos ambientales, se hace en la mayoría de los casos muy complicado. Las nuevas herramientas como son las imágenes de satélite o los Sistemas de Información Geográfica (GIS) están facilitando la solución de este tipo de problemas. El presente trabajo muestra una nueva metodología para la determinación del parámetro C (cobertura vegetal) de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (RUSLE), a partir del estudio combinado de imágenes de satélite Landsat, de índices de vegetación (NDVI), muestreos de campo y las tablas de Wischmeier y Smith (1978) modificadas por Homberg (1983). El método se aplicó en una

cuenca de 75,000 km² situada en el NW de México (en los estados de Sonora y Chihuahua) utilizando el programa informático IDRISI para crear mapas tipo raster con una resolución de 100 m.

El parámetro C de RUSLE toma en cuenta la eficacia de la vegetación para proteger el suelo en relación con la erosividad de la lluvia. Este factor expresa la relación entre las pérdidas de suelo en una parcela con una determinada cubierta vegetal y otra con barbecho (suelo desnudo).

El diseño de actuación para obtener el mapa de C fue el siguiente: en un principio, basados en un exhaustivo muestreo de campo, se realiza una clasificación supervisada en las imágenes Landsat para, así, obtener un mapa de unidades de vegetación basado en los criterios de Homberg pero modificados para definir las unidades presentes en la cuenca de interés (pasto, matorral, selva baja y bosque, en el caso del presente trabajo). Por otra parte se determinó la relación, en forma de ecuación, entre los valores de C tabulados (Homberg, 1983) y el porcentaje de cobertura vegetal, para cada una de las unidades definidas. A continuación se utilizaron mapas de índices de vegetación (NDVI) como un indicador del porcentaje de cobertura vegetal y las ecuaciones obtenidas para cada unidad, elaborando un mapa de C para cada una de ellas. Finalmente se obtiene el mapa de C, en formato raster, para toda la cuenca, mediante la integración de los mapas de C de cada una de las unidades.

Los resultados obtenidos de C en esta cuenca oscilan entre 0.0387 y 0.4304, que corresponden respectivamente a zonas de máxima y mínima cobertura. A su vez el rango 0.1-0.3 es el que representa al 85% de la cuenca. Por otra parte se observa la existencia de una zonación, que de oeste a este, dividiéndola en rangos, va de valores de C medios (0.2-0.3), bajos (0.1-0.2) y altos (0.3-0.4).

M4-8

SISTEMA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LA INFORMACIÓN DEL ACUÍFERO VALLE DE TOLUCA

Sanvicente Sánchez Héctor, Solís Alvarado Yolanda y González Avilés Leticia

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo Electrónico: hsanvice@tlaloc.imta.mx

A través de un convenio de colaboración con la Gerencia de la CNA en el estado de México se desarrolló un sistema de información geográfica para el manejo integral del acuífero Valle de Toluca. Este sistema cuenta con un banco de información de características físicas, vegetación y uso de suelo, infraestructura hidráulica, población, división política, localización de aprovechamientos, características de los aprovechamientos, niveles piezométricos, volúmenes de extracción, información agrícola, climatológica, hidrométrica, etc. La base de datos de aprovechamientos posee información de tres censos de pozos profundos, información del REPDA (Registro Público de Derechos de Agua) y proporcionada por la propia gerencia.

El sistema fue desarrollado sobre ArcView 3.2 por lo que todas las coberturas están en formato shape, sin embargo, posee un manejo de la base de datos a través de un ODBC y programas con interfaces propias usando Visual FoxPro. Además se cuenta con herramientas para a partir de puntos irregularmente distribuidos, mediante un interpolador kriging generar una malla uniformemente distribuida y posteriormente generar curvas de isovalores y salvarlas como una cobertura shape, también se pueden generar curvas de cambio de

niveles piezométricos entre dos periodos y graficas de evolución del nivel piezométrico en alguna estación, lo anterior es efectuado mediante programas en C y con herramientas de graficación usando una conexión con Excel. Se cuenta con una herramienta que permite la generación del formato en Excel que alimenta al sistema SIGMAS (Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterráneas) que centraliza toda la información de aguas subterráneas por parte de la CNA.

El sistema posee una adecuación del manejador de metadatos MMS (Metadata Management System) que permite de manera fácil consultar y actualizar estos, todo mediante de una interfase propia dentro del mismo ambiente ArcView.

El sistema posee su propia interfase y permite acceder a la interfase de ArcView mediante un botón controlado por un password, el cual a su vez control el acceso a las bases de datos para su mantenimiento y a los metadatos. Se cuenta con ayuda en línea a través de la barra de estado o mediante una caja de diálogo de ayuda la cual es a su vez salvada al Clipboard para poder ser impresa.

M4-9

SALINISATION IN THE COASTAL AQUIFER VALLE DEL YAQUI, SONORA, MEXICO

Rangel Medina Miguel, Sosa Ismael Minjarez, Monreal Saavedra Rogelio y De la Cruz Hernández Lissette
Depto. de Geología, Universidad de Sonora
Correo Electrónico: mrangelm@geologia.uson.mx

The Valle del Yaqui aquifer is a flat coastal area formed by fluvio-alluvial sediments covering a prevailing Quaternary marine sediments (sands, clays, limolites) overlaying a thick sequence of Tertiary (Miocene?) sediments. The shallow phreatic and deep semiconfined and confined aquifer are subject to an intensive induced recharge produced by the infiltration of the returns of the irrigation area of 220,000 ha. and from the hydro-agriculture system of more than 2,000 km length of channels, which works with an efficiency of 65 %. In both aquifers exist more than 900 wells with the groundwater table in the area vary between 1.5 to 35 meters, due to this condition and the high real evapotranspiration (EVT), and the mixing of different water qualities produced by the lowering all those wells, a large number of them are affected by high salt content.

Periodical water levels measurements in selected wells tapping the different aquifers and the interpretation of the water hydrochemical and isotopic analyses, lithology and geophysics have allowed to recognize that the aquifers salinisation is caused by different sources like the high phreatic levels, the irrigation and municipal drainages, human activities from shrimp culture products, solution of evaporitic paleodeposits but not by marine intrusion.

M4-10

IMPORTANCIA DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS EN EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO: CASO SINALOA, MÉXICO

Ayala Baldenegro Leonardo, Camacho Lopez Edgar y Plata Rocha Wenseslao
Universidad Autonoma de Sinaloa
Correo Electrónico: pupma@uas.uasnet.mx

Conceptos Sustentantes: El Estado de Sinaloa se ubica en el Noroeste de México. Está enmarcado en las Regiones Hidrológicas 10 (Sinaloa) y 11 (Presidio-San Pedro). El área de estudio, definida como Zona Costera, comprende 656 Km de la línea litoral y limita hacia el pie de montaña, a los 100 metros sobre el nivel del mar (Cota 100), de la zona continental. Abarca el 40 % de la superficie del Estado (14 Municipios de 18 que lo integran) y concentra alrededor del 91.1% de la población estatal. Este trabajo se realizó bajo los lineamientos jurídico y normativos establecidos en la legislación ambiental para elaborar un ordenamiento ecológico, haciendo énfasis en los diversos instrumentos de planeación y el marco institucional en el que se sustentan las proyecciones de desarrollo gubernamental (planes, programas, etc.).

Objetivo y líneas de acción: Se tiene como fin planificar el uso las cuencas a través de la apropiación y aplicación de políticas y criterios para el aprovechamiento integral de los distintos ecosistemas, en la búsqueda del equilibrio entre productividad y desarrollo. Las líneas de acción son: realizar eventos de participación ciudadana (incluyendo el sector académico) en la promoción y realización de programas para el desarrollo integral del Estado; dar seguimiento a los criterios y políticas derivadas del ordenamiento, para evaluar su pertinencia; involucrar a los municipios en todo proyecto de crecimiento económico y orientar el esquema productivo hacia la protección y preservación de los recursos naturales.

Resultados: Del análisis de los componentes del medio natural y socioeconómico de la franja costera, se integraron 27 zonas territoriales. Para cada zona se identificó la problemática ambiental y ecológica y los escenarios posibles que puede presentar con respecto a usos del suelo, condición de los componentes bióticos y físicos, cambios potenciales del suelo y grado de deterioro del medio ambiente. Asimismo, las acciones posibles a realizar encaminadas a proteger y preservar los recursos naturales cuya condición sea conservada o semiconservada y minimizar o remediar la condición de los ecosistemas impactados; además, prevenir o minimizar la afectación de áreas o zonas colindantes. Del diagnóstico integrado se tipificaron unidades territoriales más específicas. Se realizó el diagnóstico por cada una y en función de ello se determinaron los Índices de Presión, Fragilidad y Vulnerabilidad; de la combinación de estos indicadores se tipificaron las Políticas Ecológicas para cada una. A partir de ello, se identificaron los tipos de usos de suelo en la categoría de Predominantes, Compatibles y Condicionados. Y, finalmente como resultado de la aplicación del Modelo de Ordenamiento, se establecieron 85 Unidades de Gestión Ambiental, con los criterios ecológicos para cada tipo de política y usos del suelo y aprovechamiento de los recursos naturales actuales y potenciales.

M4-11

IDENTIFICACIÓN DE LA INTRUSIÓN DE AGUA SALOBRE UTILIZANDO GEOINDICADORES.CASO DE ESTUDIO

Navarro Mendoza Susana, Aragón Sulik Manuel y Belmonte Jiménez Salvador
CIIDIR, IPN, Oaxaca
Correo Electrónico: suscidir@hotmail.com

En los Valles Centrales de Oaxaca es notoria la degradación del recurso hídrico superficial. Los ríos Salado y Atoyac son una prueba de ello, por lo que, se ha incrementado la explotación del agua subterránea en zonas cuya seguridad se reduce cada día.

Experiencias similares han sido abordadas de manera anticipada utilizando geoindicadores. Dentro de los fenómenos estudiados, con esta herramienta se encuentra la intrusión de agua salada ya sea en yacimientos superficiales o subterráneos en los cuales tanto los diferentes tipos de sales solubles, sus asociaciones, así como el tipo de suelo y los métodos de riego son determinantes para que se presente el fenómeno.

Bajo consideraciones hidrogeológicas y dimensiones geoquímicas, en este trabajo se identificaron indicadores geoquímicos con los cuales pueda prevenir y/o controlar el fenómeno y sus diferentes impactos.

M4-12

ACTIVIDADES Y FUERZAS IÓNICAS DEL AGUA LIBRE EN FUENTES UBICADAS SOBRE MATERIAL PREDOMINANTEMENTE CALIZO. CASO DE ESTUDIO

Navarro Mendoza Susana, Aragón Sulik Manuel y Bautista Belmonte Aarón
CIIDIR, IPN, Oaxaca
Correo Electrónico: suscidir@hotmail.com

Al ser el agua un recurso multifactorial, su abordaje requiere la incorporación de información multidisciplinaria, con la finalidad no solo de conocer su calidad y limitar su uso, si no explicar las razones de su calidad, tanto temporal como permanente, así también identificar los procesos en los que el recurso hídrico se ve sujeto desde su recarga hasta la descarga del mismo.

Dentro de los factores que influyen en la composición del agua ligada y desligada se encuentran las Actividades y Fuerza Iónica de iones en solución, los procesos de translocación en el medio litológico, y las relaciones iónicas.

A partir del modelo de Debye-Huckel se obtuvieron las Actividades y Fuerzas Iónicas en fuentes ubicadas sobre material predominantemente calizo, con las cuales se explica la mineralización, y facies que los cationes mayoritarios proporcionan, y como resultado de las interacciones se presentan diferentes composiciones en las fuentes muestreadas.

M4-13

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN EN POZOS

Castillo Romano Cervando, Brena Zepeda Jorge y Martínez Morales Manuel
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Correo Electrónico: cervando@tlaloc.imta.mx

El agua que se extrae de los pozos del Acuífero Valle de Toluca se destina a dos actividades principales: el Uso Público Urbano y para la Agricultura. En ambos casos no se cuenta con información actualizada de los volúmenes de extracción por pozo ni del número exacto de ellos, sin duda que esto influye de manera determinante en los proyectos que están encaminados a la planeación del uso eficiente del recurso y para la conservación de este.

Contar con información actualizada y confiable es un requisito indispensable en la planeación estratégica por los responsables en la toma de decisiones. Retomando esta necesidad el IMTA propuso un método que satisficiera esta demanda tomando en cuenta los recursos disponibles en el área de estudio, como la infraestructura hidroagrícola, los levantamientos agrícolas anuales, la distribución de las estaciones climatológicas, etcétera. Para lograr este objetivo la propuesta se divide en dos partes. La primera es determinar el requerimiento de riego (Rr) de los cultivos, para obtener el Rr se necesita calcular la evapotranspiración o uso consuntivo de los cultivos y la precipitación efectiva. Para obtener estos valores se recurrió al método Blaney-Criddle y modificada por Phelan (Aguilera y Martínez) por considerarlo el que se podía aplicar de acuerdo con la información y recursos existentes. La otra parte corresponde al análisis y procesamiento de imágenes de satélite para determinar el uso actual del suelo, en este caso aplica una clasificación supervisada y se llevan a cabo dos visitas de campo, una para definir los campos de entrenamiento y otra para validar los resultados.

Los resultados proporcionan la cantidad de agua que es extraída de los pozos de acuerdo al área sembrada y al tipo de cultivo durante un ciclo agrícola, sin duda que contar con información actualizada y confiable de la cantidad de agua que se extrae para uso agrícola repercutirá en las políticas que estén encaminadas a optimizar el uso del recurso.

M4-14 CARTEL

INVESTIGACIÓN DE BALANCE HIDROLÓGICO PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DE SAN JOSÉ DE CABO, BAJA CALIFORNIA SUR

Wurl Jobst¹, Martínez Gutiérrez Genaro¹, Burciaga Rendón Jesús¹, Araiza Verdugo Raúl Alberto¹ y Breceda Solís-Cámara Aurora²
¹ UABCS
Correo Electrónico: jwurl@uabcs.mx
² CIBNOR

En este trabajo se presenta la interpretación de mediciones del escurrimiento superficial y subterránea en arroyos de la cuenca de San José de Cabo con respecto a la recarga natural.

La Región del Cabo en el sur de la península de Baja California es una región biogeográfica de gran importancia natural y económica del Estado. Durante la última década se han convertido en la de mayor tasa de crecimiento urbano, debido a su crecimiento como

zona turística. Con el incremento poblacional crece también la demanda del recurso agua que, a causa de las condiciones desérticas de la región, proviene de los acuíferos.

La cuenca hidrológica más importante con respecto a la extracción de agua subterránea en la Región del Cabo es la cuenca San José de Cabo, la cual tiene una superficie aproximada de 1,240 km². Debido a este crecimiento, la extracción de agua en la Cuenca de San José de Cabo en el año 2002, fue 11 % mayor que su recarga natural.

Sin un eficiente planeamiento del recurso agua, este desequilibrio se aumentará en los siguientes años y puede causar intrusiones de aguas marinas en los acuíferos costeros.

M4-15 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DEL CONTROL ESTRUCTURAL EN LA CUENCA HIDROLÓGICA-FORESTAL SAN JOSÉ DEL CABO, B.C.S. A PARTIR DE TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA

Mendoza Trasviña Alejandra¹, Cosío Omar¹, Martínez Gutierrez Genaro¹, Wurl Jobst¹ y Breceda Solís-Cámara Aurora²

¹ Depto. de Geología Marina, UABCS

Correo Electrónico: esmeralda232@yahoo.com

² CIBNOR

La región del Cabo es una región biogeográfica de gran importancia natural y económica para el estado de Baja California Sur y la península. Esta región concentra la mayor diversidad de comunidades vegetales de toda la península, y es una de la zona más poblada y de mayor crecimiento socioeconómico del estado. Una de las cuencas hidrológicas más importantes para la Región del Cabo es la cuenca del arroyo San José, la cual tiene una superficie aproximada de 1,240 km², siendo una de las más grandes de la región y alimenta de agua y servicios ambientales a Los Cabos, región que durante la última década se han convertido en la de mayor tasa de crecimiento y dinamismo económico y cuyas expectativas de crecimiento son aún desconocidas. El presente trabajo tiene como finalidad caracterizar las estructuras geológicas que están controlando las partes altas de la cuenca hidrológica (Sierra La Laguna y Sierra La Trinidad). Para la realización de este trabajo se llevaron a cabo las técnicas básicas de fotointerpretación de fotografías aéreas y tratamiento de una imagen Landsat ETM utilizando algoritmos de realce de bordes. La estructura mas sobresaliente dentro de esta cuenca es la Falla de San José, la cual tiene una extensión aproximada de 40 km en forma discontinua, perpendicular a esta falla están asociadas alineamientos con dirección E-W, esta característica es solo identificable en el margen occidental de la cuenca. En el margen oriental se han caracterizado alineamientos ligeramente oblicuos a la falla de San José. Estos alineamientos marcan el drenaje principal en la región oriental de la cuenca.

Sesión SELPER

**Estudios urbanos y regionales, planeación y
ordenamiento territorial**

Jueves 6

SALA "D"

M5-1

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ARBÓREA DENTRO DE LA ESTRUCTURA URBANA EN UNA CIUDAD DEL DESERTO A TRAVÉS DE UNA IMAGEN DE SATÉLITE: EL CASO MEXICALI

Baeza Herrera Oswaldo
Facultad de Arquitectura, UABC
Correo Electrónico: baezaherrera@uabc.mx

Con utilización de sistemas de información geográfica, se realizó este proyecto para determinar la distribución de la cobertura vegetal en función del factor de ingreso por zonas de la ciudad; aclarando que sin embargo existen otros factores que determinan condiciones más específicas para la presencia y dinámica de cubiertas de árboles que está relacionado con la cultura, educación y endopatías, aspectos que no fueron considerados en este estudio.

Estos factores, son importantes si se desea ser muy específico en el planeamiento de forestaciones, que involucran o deben involucrar a los directamente afectados, es decir tanto a las personas a quienes se les impondrá o se les pedirá opinión para ubicar un árbol frente a su casa, como a organizaciones civiles para opinar y cooperar en esta labor.

En este trabajo se pudo comprobar que existe una evidente relación entre el nivel de ingresos alto residencial con la mejor distribución de cubierta, sin embargo el estudio y la herramienta no pudieron ser utilizados al máximo para demostrar que este es un comportamiento uniforme de acuerdo a los niveles de ingreso, tampoco se pudo llevar a un buen nivel de terminación en función de presentación cartográfica.

Otro aspecto que no fue trabajado hasta el final fue la tendencia de forestación histórica, dado que únicamente se contaba con la información de una imagen de satélite, y aunque se trabajó intensamente en el crecimiento histórico de la estructura de la ciudad, no se pudo llevar a una confrontación directa, por carecer de información en años anteriores a 1980 con la calidad para procesarla, en donde es posible que el tiempo también juegue un papel importante en la consolidación de cubierta, debido a que como es común, la utilización de especies de crecimiento lento y que con los años va alcanzando un porte sobresaliente, como un ejemplo de esta posibilidad, se hicieron en este estudio comparaciones fotográficas entre un fraccionamiento con una edad de 13 años y otro de 4 años del mismo tipo y nivel de ingresos en los cuales se forestó utilizando el Yucateco (*ficus microcarpa*), de lo cual surge esta hipótesis al observar que aparentemente la cubierta entre un árbol de cada uno de los fraccionamientos, muestra una proporción de 4 a 1 en la cubierta donde el de más edad aún no había alcanzado 1/3 parte de la fronda de un árbol de 20 años localizado en otro sitio.

En relación a las tendencias de distribución, quedaron también muy evidenciadas con la radical forma de distribución cuando se presenta en zonas de alto ingreso, esto significa por supuesto que hay un factor económico y social que determina en gran medida la cantidad y calidad de cubierta vegetal en la ciudad, así como la pobreza es notoria frente a la riqueza, así mismo, en el espacio con cubierta se muestra una desigualdad.

M5-2

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA ELABORAR UN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Camacho Lopez Edgar, Ayala Baldenegro Leonardo y Plata
Rocha Wenseslao
Universidad Autonoma de Sinaloa
Correo Electrónico: pupma@uas.uasnet.mx

El área de estudio comprende la Zona Costera del Estado de Sinaloa, de la línea litoral (656 km de costa) hasta los 100 metros sobre el nivel del mar (denominada Cota 100). El área abarca 22,367.44 km², aproximadamente 40 % de la superficie del Estado (58,092 km²) e incluye total o parcialmente 14 de 18 municipios de la Entidad.

El estudio comprende delimitación del área y determinación de unidades territoriales, cuyo objetivo es identificar unidades de relieve costero a escala 1:250 000 para la Planeación Estratégica y a escala 1:50 000 para la Regulación de Usos del Territorio. El estudio macro y micro regional incluye descripción, diagnóstico y análisis integrado de componentes físicos y biológicos y nivel de influencia por actividades antropogénicas.

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Metodológico para la Elaboración del Ordenamiento Ecológico; Términos de Referencia para Elaborar un Ordenamiento Ecológico y Metodología de los Estudios para el Ordenamiento de la Zona Costera de México. El estudio se fundamentó en: interpretación y síntesis de mapas temáticos (Topografía; Geología; Edafología; Climas; Uso de Suelo y Vegetación; Fisiografía; Hidrología y Cuencas Hidrológicas); interpretación de espaciogramas, imágenes satelitales, ortofotos y monitoreo en campo mediante el diseño y recorrido de rutas.

Como resultado, se elaboró el Sistema de Información Geográfica (GIS) en ArcView. El GIS comprende Mapas Temáticos del Medio Natural y Socioeconómico y Mapas Analíticos respecto a Descripción de Unidades Territoriales; Índices de Presión, Fragilidad y Vulnerabilidad; Políticas Ecológicas; Tipos de Uso del Suelo y Criterios Ecológicos para el uso actual y potencial del suelo por Unidad Territorial. Todos los mapas están georreferenciados espacialmente. Ello permitirá que el GIS sea una herramienta indispensable para aplicar al Ordenamiento Ecológico Costero como un instrumento de política ambiental y apoyar la administración Estatal y Municipal en el conocimiento detallado de la problemática actual y potencial sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.

M5-3

FUSION DE DATOS EN EL MEJORAMIENTO VISUAL DE IMÁGENES SATELITALES PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFIA PREDIAL URBANA

Ley García Judith
Laboratorio de Geomática, Instituto de Investigaciones Sociales,
UABC
Correo Electrónico: jley@uabc.mx

En la elaboración de cartografía urbana, la imagen de satélite se ha convertido en un instrumento de gran utilidad. La aplicación de técnicas diversas que incluyen filtrados y ajuste de datos, entre otros, permiten mejorar considerablemente la visualización de los elementos

urbanos. Sin embargo cuando se trabaja a escala predio, la utilización de solo una imagen puede resultar insuficiente y por lo tanto, se requiere de aplicar otro tipo de procesos que incrementen la calidad visual de los datos.

Fusión de datos es un término que se refiere a las técnicas que se utilizan para integrar grupos de datos con características espectrales y espaciales distintas, ello con la finalidad de generar imágenes de mejor calidad que las originales de las cuales es posible extraer información mas completa y precisa.

El objetivo del presente trabajo es aplicar y comparar tres técnicas básicas de fusión de datos (multiplicativo, sustitución del componente principal, sustitución de la intensidad) para seleccionar la mas conveniente para la elaboración de cartografía predial urbana de la ciudad de Mexicali, B.C.

Para ello, se utilizan dos imágenes de diferentes resoluciones espaciales: una pancromática de 0.60 m y una multiespectral de 1.20 m, y a partir de ellas se generan imágenes síntesis que retoman la resolución de la pancromática y los valores espectrales de la multiespectral. La visualización de los elementos urbanos (manzanas, predios, construcciones, vegetación, vialidades, etc) en las imágenes síntesis, permitirán identificar la mas conveniente para fines cartográficos.

M5-4

APOYO DE LA CARTOGRAFÍA AÉREA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO URBANO EN LA ZONA CONURBADA DE CUERNAVACA, CASO DE ESTUDIO CABECERA MUNICIPAL DE XOCHITEPEC

Rueda Hurtado Rocío y Estrada Aguilar Elia Minerva
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Correo Electrónico: rrhsab@intermor.net.mx

El crecimiento urbano de los municipios conurbados de la ciudad de Cuernavaca, (capital del estado de Morelos), ha propiciado en gran medida la industrialización de la zona este de la zona conurbada, lo cual ha generado una migración poblacional en áreas circundantes a las industrias.

El proceso de industrialización es un factor de transformación de la organización territorial, que influye en el sistema de asentamientos y modifican las relaciones funcionales entre las zonas urbanas y su entorno rural.

La investigación cartográfica se baso principalmente en los mapas temáticos editados por el INEGI, el mapa de crecimiento urbano de Xochitepec, elaborado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, y el mapa del Plan de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Cuernavaca, escala 1:25,000 1982, con la finalidad de tener los datos actualizados fueron fundamentales las fotografías aéreas de la zona de estudio, a fin de observar los límites y diferenciación funcional de la mancha urbana y georeferenciarlo en la carta base.

Como resultado del análisis de la cartografía y de las fotografías aéreas se obtuvo el mapa de la mancha urbana de Xochitepec, el cual se digitalizó para poder identificar y evaluar el crecimiento de la superficie de los asentamientos humanos e industriales sobre las áreas agrícolas y forestales.

La identificación y evaluación del impacto de la expansión de las zonas industriales sobre el medio natural se logró gracias al material disponible en cartografía y la interpretación de las fotografías aéreas.

M5-5

EL USO DEL SIG COMO INSTRUMENTO DE APOYO EN EL DISEÑO DEL MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA: PRIMEROS RESULTADOS

Bringas Rábago Nora L. y Toudert Djamel
El Colegio de la Frontera Norte
Correo Electrónico: nbringas@colef.mx

El uso del SIG como instrumento de apoyo en el diseño del Modelo de Ordenamiento Territorial para el estado de Baja California: Primeros resultados.

El ordenamiento del territorio (OT) es un enfoque de planeación que pone en relieve el análisis espacial de los procesos económicos y sociales y sus repercusiones en el ambiente y en el territorio, con el propósito de aprovechar y distribuir óptimamente las actividades económicas, los recursos y la población en un espacio geográfico determinado. De esta manera se promueve un desarrollo regional compatible con las aptitudes y capacidades de un espacio regional, al igual que mediante dicho ordenamiento se debe buscar una distribución equitativa de los recursos existentes en el entorno. Como tal, el ordenamiento del territorio es un medio y no un fin en sí mismo.

El uso del SIG en el OT ayuda a modelar y organizar de una manera eficiente los componentes del sistema territorial. En este sentido, el enfoque de OT tiene un carácter global y sistémico que va más allá de las divisiones sectoriales y disciplinarias al tratar de integrar en un modelo territorial, la combinación de elementos físicos, económicos, socioculturales, paisajísticos y ecológicos de una zona. De esta manera, el enfoque sistémico trata de vincular los procesos tanto naturales como sociales que se dan en el territorio, para tratar de buscar un equilibrio funcional entre la calidad de vida del ser humano y del ambiente en general. Por ello se pretende que la ordenación sea un instrumento eficaz que contribuya a una planificación y gestión del espacio que asegure en el largo plazo, y a través de estructuras de control y regulación, un uso responsable de los recursos y las actividades existentes en el territorio.

Por lo anteriormente expresado, el objetivo de este trabajo consiste en resaltar el uso del SIG como instrumento de apoyo indispensable para la caracterización y el diagnóstico del sistema territorial y posteriormente, en la etapa de modelización del territorio, presentando para ello la metodología utilizada y los resultados preliminares del modelo resultante con sus respectivas políticas.

M5-6

COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES ESPACIALES SOBRE POLÍTICAS TERRITORIALES: EL CASO DEL ESTADO DE MORELOS

Sorani Valentino¹ y Ongay Delhumeau Enrique²

¹ Laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información
Geográfica. Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra
de Huautla. Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Correo Electrónico: vsorani@yahoo.com.mx

² Asesores en Desarrollo Regional Sustentable S.C.

La determinación de la políticas de ordenamiento territorial (protección, conservación, aprovechamiento y restauración) requieren de decisiones espaciales que se basan en información espacial de diferentes fuentes. A menudo estos datos básicos son erróneos, incompletos u obsoletos, o no tienen el grado de precisión suficiente, lo que obliga al analista a sustituciones, modelos y correcciones que eviten enfrentar los costos de la nueva generación de estos datos. Se trata de encontrar el mejor compromiso entre la calidad de la información generada y los costos de los análisis. En este marco se inscribe el presente trabajo realizado en el estado de Morelos para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, financiado por la Secretaría de Desarrollo Social y el gobierno estatal. Para los siete sectores de uso del territorios definidos a través de talleres de participación ciudadana y de un diagnóstico del estado, se crearon, con procesos de álgebra de mapas, los correspondientes mapas de aptitud. Una vez definidos, se utilizaron tres diferentes procesos para la toma de decisión de políticas territoriales de cada una de las 75 unidades de gestión territorial (UGT) delimitadas con base en geomorfología, geología, edafología y vegetación. El primero consistió en realizar por pixel de 1 ha un análisis de componentes principales y obtener a partir de los valores de los dos primeros componentes 4 grupos de aptitud y luego transferir a cada UGT el grupo más representado en su territorio. En el segundo método se asignó a cada UGT la combinación de aptitudes más representada en la misma UGT. El tercero es un proceso más sofisticado que resuelve conflictos entre aptitud con tomas de decisión basadas la obtención de las superficies mínimas necesarias para cada uso, fijadas con base en aspectos socioeconómicos y ambientales. Se realizó la comparación de los mapas obtenidos y se evaluaron las discrepancias observadas en la toma de decisión y la sensibilidad de cada factor lo que llevó a evidenciar ventajas y desventajas de cada método desde el punto de vista de cada sector involucrado en el análisis.

M5-7

ANÁLISIS ESPACIAL Y ECOLOGÍA DEL PAISAJE DE DOS AGROSISTEMAS URBANOS: LAS CHINAMPAS DE XOCHIMILCO Y LOS HORTILLONNAGES DE AMIENS

Sorani Valentino¹, Alquicira Arteaga María Luisa¹ y Hotyat
Micheline²

¹ Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Centro de
Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, Universidad
Autónoma del Estado

Correo Electrónico: vsorani@yahoo.com.mx

² Institut de Géographie, Université Paris IV, Sorbonne

En el ámbito de un programa de cooperación bilateral entre Francia y México, financiados por ECOS Norte, ANUIES y el Conacyt, se compararon dos agrosistemas urbanos centenarios similares: las Chinampas de Xochimilco y los hortillonnages de Amiens. Ambos

sistemas son humedales estructurados con fines agrícolas, con milpas separadas por una red de canales que proporciona el agua de riego y el material edáfico que viene recolectado del fondo de estos canales y distribuido en las parcelas. Estos sistemas han sobrevivido en el tejido urbano a pesar de las fuertes presiones por el cambio de uso del suelo. Comparten también el hecho de poseer un alto valor cultural, ya que son, en el caso de las Chinampas o aspiran a ser, en el caso de los hortillonnages, patrimonio de la humanidad. Con la finalidad de apoyar los análisis socio-económicos destinados a contestar al objetivo del proyecto que es la predicción del futuro de estos territorios, se elaboró un sistema de información geográfica (SIG) a escala detallada (1:50,000 y para algunos temas 1:25,000) a partir de información vectorial del INEGI, de fotografías aéreas digitales del Instituto de Geografía de la UNAM, de imágenes de satélite y de otra cartografía que hace parte del SIG de la Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal (CORENA), responsable de una reserva de la biosfera en el área de estudio. En el caso de Amiens se juntaron varias capas de información derivadas de la interpretación de ortofotos digitales elaborada por el Instituto de Geografía Nacional francés y proporcionadas por Amiens Métropole, un organismo intermunicipal que se encarga de la gestión de estos territorios. Con la finalidad de evaluar la organización estructural de estas zonas, después de una clasificación de las áreas en 5 principales categorías (urbano, agricultura, agua, áreas arboladas, áreas agrícolas abandonadas) se calcularon varios índices espaciales: distribución de tamaño, dispersión, contraste de conectividad, dimensión fractal, adyacencia y grado de conexión. Los mismos índices se calcularon a partir de imágenes multitemporales derivadas de ortofotos y de fotos aéreas de los 80, 90 y 2000 y con estructuras creadas a través de simulaciones. Los resultados dejan entrever que el efecto del asolvamiento de los canales en las Chinampas y de las inundaciones permanente de parcelas en los hortillonnages lleva a modificaciones similares de los índices calculados que tienen una relación con cambios en la biodiversidad de los sitios.

M5-8

MONITOREO DE AGUAS NEGRAS EN CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Aguirre Sáenz Benito, Reyes Cortés Ignacio Alfonso, Royo
Ochoa Miguel, Irigoyen Soto Manuel, González Cantú Javier,
Chávez Aguirre Rafael y Chávez Rodríguez Adolfo
Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: baguirre@uach.mx

En las ciudades es necesario un sistema de monitoreo del sistema de descarga de agua residual, función que cumplen en general los sistemas de alcantarillado, tanto en la residencial, como en las zonas de desarrollo económico donde se establecen las empresas de servicios o la industria en general.

La ciudad de Chihuahua debido a su crecimiento desmesurado y desordenado tanto en el área residencial como en el área industrial, ha requerido de un suministro mayor de agua potable para la ciudad, y esto a su vez a traído como consecuencia que el agua usada que se vierte a las alcantarillas y que termina en los ríos de la ciudad es por lo tanto mayor, y con ello se está provocando la mezcla de diversos componentes que forman la contaminación de estos cuerpos de agua residual y que en ocasiones se llegan a utilizar para el riego de diferentes cultivos.

Afortunadamente ya se han tomado algunas acciones para evitar esta contaminación, específicamente construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Esta planta tiene capacidad para el tratamiento del agua residual del norte de la ciudad. También esta en proyecto la construcción de una segunda planta de tratamiento que trate el resto de las descargas residuales del sur de la ciudad.

Debido al poco control que se tiene de las descargas residuales de las diversas áreas de la ciudad es importante conocer la calidad del agua residual generada por las diferentes zonas, específicamente cuando el uso del suelo es diferente, para poder tomar las medidas precautorias que nos permitan evitar posibles alteraciones en la operación de las plantas. Así mismo, con el monitoreo sistemático se podrán detectar las descargas clandestinas con altos índices de contaminación o tóxicas en su caso.

El objetivo es generar un zonamiento de la ciudad de Chihuahua en función del nivel y tipo de contaminación del sistema de drenaje de aguas negras y residuales así como del sistema de corriente natural formado por los ríos Sacramento y Chuvistar.

Para lograr este zonamiento será necesario la compilación de la información disponible en las diferentes instituciones públicas y privadas para poder conocer la calidad del agua residual por zonas en la ciudad de Chihuahua. Este conocimiento ayudará para poder tener un mejor control y una mejor operación en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Primero medir y zonificar la ciudad de los niveles y tipos de contaminación para proponer alternativas en el manejo del tratamiento. Así se realizará un plano que nos indique la calidad del agua residual por zonas en la ciudad de Chihuahua y poder identificar las descargas que tengan alto índice de contaminación para poder tomar acciones preventivas o correctivas en su caso. Así mismo identificar los contaminantes que ponen en riesgo la operación de las plantas de tratamiento así como la salud de los usuarios del agua tratada.

M5-9

ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL ESTADO DE COLIMA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Téllez Alatorre José Armando
Universidad de Colima

Correo Electrónico: armando@cgic.ucol.mx

La situación por la que atraviesa nuestro país presenta varias tendencias que son limitantes para el desarrollo sustentable; entre las más conocidas se encuentran la contaminación y degradación ambiental, además de la pérdida de conocimientos y tradiciones locales, que provocan una mayor vulnerabilidad de las poblaciones por el uso de tecnologías ineficientes.

Asimismo, y a consecuencia de planificar sin una visión integral del desarrollo, se ha generado una gran desigualdad regional, caracterizada por un lado por una economía central con oportunidades de empleo y servicios a la comunidad, y por el otro una economía periférica con notable grado de marginación social.

Esta realidad ha sido en parte, producto de no contemplar variables ambientales dentro de la planeación, como tampoco la dinámica de las profundas interacciones que se dan entre la sociedad, la economía, la tecnología y los recursos naturales de una región y que definen la dinámica particular de las comunidades.

Hoy en día la planeación del desarrollo requiere de un enfoque metodológico sistemático bajo una perspectiva integral, en la que el territorio sea analizado como un sistema complejo, conformado por tres grandes grupos: natural, social y productivo, cuyas interacciones son resultado de una dinámica interna particular, influenciada por agentes externos de carácter nacional e internacional.

M5-10 CARTEL

ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA DETERMINACIÓN DE SITIOS APTOS PARA EL DESARROLLO URBANO EN LA CIUDAD DE ENSENADA USANDO IDRISI

Serrato de la Cruz Bertha Amalia
CICESE

Correo Electrónico: bserrato@cicese.mx

Con el rápido incremento de la población y las expectativas de crecimiento en los estándares de vida, la presión en el uso de los recursos naturales se ha hecho cada vez mas intensa. Debido a esto, las tareas de asignación efectiva de los recursos se han hecho especialmente difíciles.

En años recientes se ha incrementado el uso de los Sistemas de Información Geográfica como sistemas de soporte en la toma de decisiones. En algunos casos el papel de estos sistemas consiste simplemente en informar la decisión de los procesos analizados. Por otro lado, la teoría de decisión se relaciona con la lógica y en llevar a cabo una elección entre alternativas. Estas alternativas varían de un problema a otro. En el contexto del GIS, es útil distinguir entre políticas de decisión y decisiones de asignación de recursos. Esto último involucra decisiones que afectan directamente la utilización de los recursos (por ejemplo uso del suelo) mientras que el primero solo pretende influenciar las decisiones en su funcionamiento.

En el contexto de políticas de decisión, un Sistema de Información Geográfica es usado comúnmente para informar las decisiones que se realizan. Sin embargo, también tiene potencial como una herramienta de modelado de procesos, en la cual pueden ser simulados los efectos espaciales de decisiones pre-establecidas.

Las decisiones de asignación de recursos tienen importancia para el análisis mediante GIS. La evaluación y asignación del uso del suelo es una de las actividades más importantes para el manejo de los recursos. Con la ayuda de un GIS tenemos la oportunidad de explicar razonablemente los procesos de evaluación de uso del suelo. Sin embargo, sin los procedimientos y herramientas computacionales para el desarrollo de las reglas de decisión y los resultados del modelado predictivo, esta tarea sería difícilmente realizable.

Para llevar a cabo el Análisis Multicriterio para la determinación de sitios aptos para el desarrollo urbano y cumplir con el objetivo; se propusieron las áreas más convenientes para dicho crecimiento. Para realizar el presente trabajo se inició a partir de una imagen Landsat TM de la ciudad de Ensenada, mediante una composición la cual contiene las bandas 1,4,7 en la que se generaron archivos de vectores tales como: cuerpos de agua, tipos de uso de suelo, zona centro de la ciudad, entre otros. Estos datos después fueron rasterizados, debido a que el Software IDRISI maneja (en la mayoría de los módulos) imágenes tipo raster. Se aplicaron un conjunto de restricciones y factores para llegar al resultado, utilizando un criterio de peso.

Con base a los resultados obtenidos se concluyó que, una vez hechas las visitas a campo, el lugar asignado por el análisis multicriterio es el adecuado, ya que actualmente se están construyendo unidades residenciales en esa zona. En este trabajo se presenta el tratamiento y generación de información espacial, así como los resultados obtenidos.

El análisis multicriterio se ha utilizado para identificar y priorizar áreas importantes para la conservación. Aunque no es una herramienta nueva, este tipo de análisis se ha utilizado poco en México.

Sesión SELPER

Inventory de recursos naturales, modelos y
políticas de conservación ambiental

Viernes 7

SALA "D"

M6-1

MODELAJE DE LA DISTRIBUCION DE COBERTURAS DEL SUELO USANDO ARBOLES DE REGRESION Y CLASIFICACION (CART)

Flores Garnica J. German
Fideicomiso para la Administracion del Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco
Correo Electrónico: inventario2@prodefo.org.mx

El contar con información ambiental es esencial para la planeación del manejo de los recursos naturales. En este trabajo se ilustra un programa de inventario y monitoreo para el manejo sustentable de los recursos naturales del estado de Jalisco. El primer paso fue establecer un sistema de clasificación que, a la vez que sea compatible, contemple todos los tipos de vegetación presentes en Jalisco. Este sistema se desarrollo en base al sistema de clasificación de la Serie II de INEGI, al cual se le hicieron las siguientes modificaciones: a) Incorporación de nuevas clases referentes a usos del suelo; b) Se establecen hasta 6 niveles jerárquicos de clasificación; c) Se eliminan algunas clases que no se presentan en Jalisco; d) Se incluyen nuevos tipos de vegetación; y e) Se reducen algunas clases jerárquicas. Con esta clasificación se ubicaron un total de 13,424 sitios de referencia para la clasificación espectral (SIRCES). Cada SIRCE fue caracterizado en base a: 1) tipo de vegetación; 2) topografía (pendiente, exposición, altitud, forma del terreno); 3) Valores espectrales (uno por cada banda [8] de una imagen Landsat 7 TM); y 4) clima (temperatura, lluvia, evaporación). Tomando como variable dependiente a la clase de cobertura de suelo, se procedió a realizar una clasificación de cada uno de los pixeles que definen el estado de Jalisco (a una resolución de 30 x 30 m). Este proceso se llevo a cabo a través de la técnica de arboles de clasificación y regresión (CART, por sus siglas en ingles). El uso de esta técnica constituye una aproximación radicalmente distinta a las estrategias usadas hasta la fecha en el inventario de recursos naturales a nivel estatal. todas las estudiadas hasta el momento. Es uno de los métodos de aprendizaje inductivo supervisado no paramétrico más utilizado. La generación de los modelos de clasificación se hizo a través d S-PLUS®, mientras que la clasificación de cada uno de los pixeles y la visualización (mapa) se hizo a través un programa desarrollado en este proyecto, denominado "Alebrije". Cualitativamente, los resultados muestran una buena distribución espacial de los diferentes tipos de cobertura del suelo. Sin embargo, los limites de las clases no son totalmente confiables. Esto se debe a que se requiere ubicar un mayor numero de SIRCES considerando: 1) Captar la variabilidad espectral de cada clase al distribuir la muestra a lo largo del estado; 2) Aumentar la muestra en aquellas clases con pocos SIRCES; y 3) Ubicar SIRCES en clases no consideradas previamente. Los resultados que se presentan en este trabajo son preliminares, sin embargo permiten apreciar la secuencia metodológica seguida. Finalmente, se remarca que no existen trabajos similares al presente, principalmente por la superficie y la técnicas empleadas.

M6-2

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA PANTANOS DE CENTLA, TABASCO (1990-2000)

Guerra Martínez Veronica, Ochoa Gaona Susana, Rodríguez Jiménez Concepción, Ayala Pérez Luis Amado, Sevilla Hernández María Luisa y Vargas Mendoza Fabián
Instituto Politecnico Nacional
Correo Electrónico: vguerra@conafor.gob.mx

Se evaluó e identificó la variación espacial de los tipos de vegetación y usos del suelo existentes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco durante 1990 y 2000. Con el objeto de caracterizar el ambiente que puede influir en la vegetación, se generaron bases geográficas digitales referentes a geología, edafología, hidrología, temperaturas mínimas, temperaturas máximas, precipitación, vías de comunicación y localidades. La información fue almacenada en un sistema de información geográfica. La Reserva presenta temperaturas máximas de 34°C en mayo-octubre y de 37°C en noviembre-abril. La temperatura mínima es de 21°C en ambas temporadas. La precipitación oscila de 1100-1540 mm en mayo-octubre y de 450-680 mm en noviembre-abril. Se clasificaron las escenas 2247, 2147 y 2148 del satélite Landsat TM y ETM utilizando el método de clasificación mixto propuesto por Chuvieco (1995); tomando como base puntos de verificación obtenidos en campo se generaron mapas de vegetación y uso del suelo para 1990 y 2000. Los mapas generados fueron sobrepuestos para obtener un mapa de cambios y una matriz de variación. Los resultados indican que las selvas fueron las más afectadas disminuyendo considerablemente su superficie (78 347 ha) mientras que se presentó un incremento en pastizales (53 259 ha), cuerpos de agua (11 958 ha) y las comunidades de hidrófitas (12 773 ha). Las tasas de deforestación anual se estimaron en -6.06% (selva de púcté), -34.96% (selva de tinto), 1.15% (manglar), 0.72% (comunidades de hidrófitas) y 27.82%(pastizal). La zona de amortiguamiento es el área de la Reserva que resultó más afectada en el tiempo considerado. Las comunidades de hidrófitas y la selva de tinto presentaron menos cambio en su superficie. Los cambios encontrados se relacionaron con la presencia de vías de comunicación, localidades y canales, siendo éstos últimos los que más afectaron. Los resultados muestran que las comunidades de hidrófitas, pastizales y cuerpos de agua incrementaron en todas las unidades de suelo y geología. Las selvas disminuyeron considerablemente en todas las unidades geológicas, en algunas unidades edafológicas (gleysol, regosol) y desaparecieron en otras (solonchak, feozem). Los cambios encontrados pueden atribuirse a diversas causas como: los incendios registrados cada año y en particular los de 1998, la sobreexplotación de recursos, expansión ganadera, tala para extracción de madera, quema intencional para captura de especies, alteraciones hídricas en el sistema debidas a la apertura de vías de comunicación, actividades petroleras y contaminación entre otras.

M6-3

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MODELOS CON VARIABLES EDÁFICAS, CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS EN EL VALLE DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA

Hernández Moreno Mayra Mónica
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Correo Electrónico: edafizta@servidor.unam.mx

La degradación del suelo implica procesos físicos, químicos y biológicos que disminuyen su utilidad. Las consecuencias ambientales son erosión acelerada, pérdida de vegetación, deterioro de calidad del agua, salinización de suelos, inundaciones. Este problema lleva a condiciones semejantes al desierto (AG/UNEP, 1987) y repercute en el bienestar del hombre al disminuir la calidad del medio donde vive. El paisaje es considerado como un "complejo de sistemas relacionados, que conjuntamente forman una parte reconocible de la superficie terrestre y que es formado y mantenido por la acción mutua de fuerzas bióticas y abióticas así como por las acciones humanas" (Zonneveld, 1995 citado por Siebe y Vázquez, 2003). Por ello es considerado como una porción de la superficie terrestre con similares características climáticas, litológicas, morfológicas, hidrológicas, edáficas, bióticas, e incluso sociales; elementos que pueden ser afectados por los procesos de degradación y que pueden ser evaluados bajo la perspectiva de los paisajes, entidades espacialmente representadas. Una forma de entender la interacción espacial entre los elementos del paisaje es mediante el empleo de métodos multivariados, cuya finalidad es "encontrar una manera simplificada de representar el universo de estudio" (Pla, 1986). Se pretende evaluar el proceso de degradación del suelo de la subcuenca de Zapotitlán Salinas mediante el entendimiento de la interacción entre los tres grupos de variables edáficas, climáticas y topográficas asociadas a unidades espaciales homogéneas (paisaje). Para ello se elaboró el mapa de paisajes (Velázquez et al., 2003), representados por 95 puntos de muestreo morfoedafológico. Se obtuvieron 6 unidades de paisaje. Se emplearon 15 variables edáficas. La caracterización climática se realizó analizando datos de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas, generándose superficies climáticas de valores promedios mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima, así como 19 parámetros bioclimáticos. Con el MDE se calcularon pendiente y exposición como variables topográficas. Se generó una base de datos para los 95 puntos con los datos generados a la cual se le aplicó un análisis de agrupación para agrupar a los perfiles edáficos con propiedades similares, para posteriormente asociar tales grupos con las unidades de paisaje y analizarlos de acuerdo a los elementos ambientales que las conforman. A los grupos se les aplicó un PCA por matriz de correlación, con la finalidad de conocer las variables que explican la mayor variación de cada grupo. Se obtuvieron 9 grupos de suelo. Se encontró homogeneidad en los grupos de perfiles formados, aunque hubo una mayor afinidad entre los grupos 1 y 2. Conforme se avanzó en los grupos, se perdió la afinidad y se distribuyeron en unidades paisajísticas muy diferentes. Hay una dilución de la carga de cada variable conforme se consideran más componentes, esto quiere decir que los grupos sí son diferentes. La capacidad de intercambio catiónico del suelo no presenta correlación con las otras variables, ya que aparece en factores avanzados con carga alta; esto se relaciona con el hecho de que es una propiedad de mucha identidad con el tipo de suelo, es decir, su valor está muy particularizado en función del tipo de suelo.

M6-4

MONITOREO DE LA SALINIDAD Y EL RENDIMIENTO EN EL DISTRITO DE RIEGO 076 VALLE DEL CARRIZO, SINALOA, MEDIANTE IMÁGENES DE SATELITE

Pulido Madrigal Leonardo
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Correo Electrónico: lpulido@tlaloc.imta.mx

Con el propósito de actualizar los mapas de salinidad y de rendimiento de trigo del distrito de riego 076 obtenidos a través de imágenes de satélite en 1994, se adquirió una imagen de satélite landsat en el año 2000 del área que cubre al Valle del Carrizo. Para generar dichos mapas se probaron diferentes modelos desarrollados con anterioridad en los distritos de riego Valle del Carrizo, Río Yaqui, Río Mayo y Río Fuerte. Estos modelos se generaron a partir de observaciones de salinidad y rendimiento realizadas en parcelas de observación, y de valores espectrales extraídos en las bandas en el verde, rojo e infrarrojo cercano de imágenes de satélite multispectrales. Se digitalizó el mosaico de cultivo de trigo y maíz del ciclo de cultivo otoño-invierno 1999-2000 sobre la imagen landsat del año 2000 para clasificar cada cultivo, y de los modelos probados se seleccionaron aquellos que produjeron clasificaciones más coherentes en comparación con los resultados logrados en 1994. De esta manera se generaron mapas de salinidad de las áreas de trigo y maíz, cuya superficie estimada de cultivo en conjunto fue de 30,279 ha, de las cuales se estimó que el 58.6% presenta problemas de salinidad. La superficie afectada resultó mayor que en el año de 1994 en el que se estimó un 35.7% de afectación por salinidad. El área de trigo se clasificó y se estimó un rendimiento medio de 5.0 ton/ha; se cuantificó una producción total de trigo de 73,865 toneladas.

M6-5

CLASIFICACION DE COBERTURAS AGRICOLAS DEL MUNICIPIO DE TECOMÁN A TRAVES DE SENSORES REMOTOS

Ayala Julian Jose Luis¹ y Flores Garnica J. German²
¹ Universidad de Colima

Correo Electrónico: german@cirpac.inifap.conacyt.mx

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

El municipio de Tecomán es una planicie costera, la zona agrícola más importante del estado de Colima y representa el 12% de su superficie total. Entre sus siembras principales destacan la palma de coco, el plátano, el limón y algunas hortalizas. Por ende, es importante saber qué, dónde, cuánto y cómo se tienen éstas. El objetivo de este trabajo es conocer el estado de las diferentes coberturas agrícolas que se encuentran en el municipio de Tecomán, es decir, un Inventario Agrícola, además de contar con una cuantificación de las superficies cultivadas por cada categoría. Se propone usar una metodología basada en técnicas de percepción remota, la cual se ha aplicado por el Servicio de Estadística Agrícola de los Estados Unidos durante el periodo 1977-1988 en ocho Estados, con resultados satisfactorios en lo que respecta a precisión y costes. Similares experiencias se han desarrollado en Canadá, Australia, Francia, Italia, etc., y en todas ellas parece confirmarse la validez e idoneidad de ésta. Dicha metodología utiliza la clasificación digital de imágenes de satélite del sensor Landsat 7 ETM+, que se define como el proceso de extracción de información en imágenes

para conocer patrones homogéneos, como fruto de ésta se obtiene una cartografía e inventario de los diferentes tipos de coberturas del suelo. A su vez, esta clasificación emplea el método supervisado y el algoritmo de asignación de píxeles de máxima verosimilitud. La selección de sitios de control se hizo bajo el concepto de "Sitios de Referencia para la Clasificación espectral" (SIRCEs). En base a los cuales se caracteriza en campo cada uno de los puntos de control en referencia a su pendiente, cobertura de suelo, exposición, etc. Una vez hecha la clasificación supervisada, se procedió a la vectorización de la imagen clasificada. Posteriormente se cuantificaron de superficies por cada cultivo. El resultado final, fue un mapa de la zona agrícola del Municipio de Tecmán, clasificada de acuerdo a los cultivos presentes para la fecha de adquisición de la imagen de satélite.

M6-6

ANÁLISIS COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE INTERPOLACION EN LA VARIACION ESPACIAL DE FACTORES METEOROLOGICOS EN UNA CUENCA HIDROGRAFICA

Solis Villagran Zeferino¹ y Flores Garnica J. German²

¹ Universidad de Colima

Correo Electrónico: german@cirpac.inifap.conacyt.mx

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

En un estudio hidrológico es importante estimar, lo mas preciso posible, la distribución de la información meteorológica que ocurre en una cuenca hidrológica. Por lo que en este trabajo se comparan diferentes métodos de interpolación para definir la variabilidad espacial de lluvia, temperatura y evaporación en una cuenca hidrográfica de Colima. El primer paso fue seleccionar la información que se utilizó en el proceso, es decir, primero se analizó que fuente de información; las dos fuentes de datos que se compararon fueron ERIC2 (del Servicio Meteorológico Nacional [SMN]) y los datos monitoreados de la Comisión Nacional del Agua [CNA]). Finalmente se trabajo con los datos de ERIC2 por ser mas completos con respecto a los datos de CNA. El siguiente paso fue seleccionar las estaciones que se encontraban en la zona de influencia de la cuenca hidrográfica, se utilizaron 22 estaciones meteorológicas con influencia en la zona de estudio. Los métodos de interpolación que se compararon fueron: a) Spline; b) Distancia inversa ponderada; y c) Kriging ordinario (KO). Para efectos de comparación, se hizo una serie de validaciones cruzadas. Donde se extrajo cada una de las estaciones y se procedió a la interpolación con el resto de las estaciones. De esta forma se tuvo, para el mismo punto, valores observados y valores estimados, correspondientes a cada técnica de interpolación. El criterio de comparación fue el cuadrado medio del error. Los valores estimados que dieron como resultado el cuadrado medio de error más bajo fueron los datos procesados con la técnica KO. No obstante, no se puede afirmar que este método sea más recomendable de usar, ya que este resultado pudo deberse a la distribución particular de las estaciones meteorológicas. Por lo que, finalmente, se sugiere que siempre se comparen diferentes métodos y técnicas de interpolación para tener datos más confiables.

M6-7

SISTEMA DE DETECCIÓN REMOTA DE FUGAS EN DUCTOS DE GAS Y PETRÓLEO

Sadovnychiy Sergiy, Valadez Pérez Juan Carlos y Bulgakov Igor

Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: ssadovny@imp.mx

El sistema discutido contiene los siguientes módulos: una cámara infrarroja; un espectrómetro; una cámara de video; un GPS y un modulo de almacenamiento de datos. El principio de detección de fugas está basando en la análisis de anomalías térmicas, espectro de gas etano o metano, imágenes de superficie en banda de video y determinación de coordenadas. El procesamiento conjunto de los datos mencionados permite detectar y localizar fugas en ductos.

El equipo principal del sistema es una cámara infrarroja. La cámara detecta las anomalías térmicas causados por fugas de gas y petróleo. Tres efectos físicos son los causantes de dichas anomalías. El primer efecto es de disminución de temperatura del flujo de alta velocidad. El ducto tiene una alta presión hasta de 40 bar. Cuando el ducto tiene una pequeña fisura, el gas sale con velocidad supersónica y cambia bruscamente su temperatura. En este caso, después de algún tiempo, la temperatura alrededor del lugar de fuga (sobre la superficie del suelo) aparece con una temperatura diferente. De otro lado, el líquido que sale de una grieta a presión (en casos de ductos del petróleo), también tiene alta velocidad y convierte una de su parte a fase gaseosa. Al fin, el efecto es igual que como si fuese una fuga de gas.

El segundo efecto es el factor de transmisión. El aire y componentes del gas natural o petróleo (metano o etano) tienen diferentes factores de transmisión (1.0 y 0.95 respectivamente). La cámara infrarroja puede producir imágenes en dos bandas: una en la banda de absorción del etano y la otra donde el etano es casi transparente. En el caso de la fuga, la imagen parece como una anomalía térmica hacia el suelo. Este efecto por si solo puede causar una diferencia de temperatura de hasta 0.4°K.

El tercer efecto se basa en el fenómeno del contraste térmico de las manchas sobre la superficie debido al petróleo que fuga del ducto. La temperatura superficial de la masa de petróleo es determinada por condiciones de intercambio de calor con el medio ambiente. El cambio de temperatura es influenciado por tales parámetros como el viento, radiación solar, intensidad de vaporización y parámetros geométricos de la mancha de petróleo. Una diferencia de temperaturas entre la capa de petróleo y la superficie del agua durante las horas de luz de día puede ser entre 3- 15°K. La razón del contraste de temperaturas es que la capa de petróleo se calienta por la radiación solar mucho más que el agua, pero éste se evapora menos.

Las anomalías térmicas detectadas no son siempre asociadas con una fuga, porque éstas pueden ser maquilladas a través de anomalías térmicas de la atmósfera. Y esto puede ser causa de una falsa alarma. Así que para decrecer el tiempo de detección e incrementar la confiabilidad de la inspección en la banda del equipo infrarrojo a bordo, es necesario respaldar la información con dispositivos en la banda de vídeo y espectrómetros. Este equipo adicional ayuda al operador en la detección de fallas.

M6-8

VARIACIÓN DE UNIDADES DE PAISAJE DE ZAPOTITLÁN SALINAS BASADOS EN PROPIEDADES EDÁFICAS, VARIABLES CLIMÁTICAS Y DE RELIEVE RELACIONADAS CON LA DEGRADACIÓN DE SUELOS

Hernández Moreno Mayra Mónica, Téllez Valdez Oswaldo,
Muñoz Iniestra Daniel, López Galindo Francisco, Soler Aburto
Alfonso y Durán Díaz Angel
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
Correo Electrónico: edafizta@servidor.unam.mx

La degradación del suelo implica procesos físicos, químicos y biológicos que disminuyen su utilidad. Las consecuencias ambientales son erosión acelerada, pérdida de vegetación, deterioro de calidad del agua, salinización de suelos, inundaciones. Este problema lleva a condiciones semejantes al desierto (AG/UNEP, 1987) y repercute en el bienestar del hombre al disminuir la calidad del medio donde vive. El paisaje es considerado como un “complejo de sistemas relacionados, que conjuntamente forman una parte reconocible de la superficie terrestre y que es formado y mantenido por la acción mutua de fuerzas bióticas y abióticas así como por las acciones humanas” (Zonneveld, 1995 citado por Siebe y Vázquez, 2003). Por ello es considerado como una porción de la superficie terrestre con similares características climáticas, litológicas, morfológicas, hidrológicas, edáficas, bióticas, e incluso sociales; elementos que pueden ser afectados por los procesos de degradación y que pueden ser evaluados bajo la perspectiva de los paisajes, entidades espacialmente representadas. Una forma de entender la interacción espacial entre los elementos del paisaje es mediante el empleo de métodos multivariados, cuya finalidad es “encontrar una manera simplificada de representar el universo de estudio” (Pla, 1986). Se pretende conocer la variación de unidades de paisaje de Zapotitlán Salinas, basados en propiedades edáficas, variables climáticas y de relieve relacionadas con la degradación de suelos. Para ello se elaboró el mapa de paisajes (Velázquez et al., 2003), representados por 95 puntos de muestreo morfoedafológico. Se obtuvieron 6 unidades de paisaje. Se emplearon 18 variables edáficas. La caracterización climática se realizó analizando datos de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas, generándose superficies climáticas de valores promedios mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima, así como 19 parámetros bioclimáticos. Con el MDE se calculó la pendiente como variable topográfica. Se construyó una base de datos para los 95 puntos con los datos generados y en la que se indicaba a qué paisaje pertenecía cada punto de muestreo. Se realizó un análisis discriminante en el que se encontró que la primer función discriminante es significativa ($p=0.000008$) y que solamente el paisaje 1 no es diferente al 6; esto puede deberse a que la densidad de muestreo es menor en estos dos paisajes. El resto de los paisajes son diferentes con niveles de significancia muy por debajo de 0.05, siendo la pendiente, la precipitación de junio, contenido de arcilla, propiedades hidráulicas del suelo y el pH las variables que contribuyen más en la diferenciación de los paisajes. Asimismo se aplicó un análisis de correlación canónica encontrándose una correlación positiva significativa ($R=0.69052$ con $p=0.00659$) entre las variables climáticas y la pendiente con las propiedades edáficas, siendo las más correlacionadas la precipitación anual, precipitación de los tres meses más húmedos, contenidos de limo y propiedades hidráulicas del suelo. Se puede observar que las variables discriminantes obtenidas y aquellas de mayor significancia en la correlación están muy asociadas a procesos de degradación de suelo

por tratarse esencialmente de propiedades texturales y de conducción hidráulica, asociadas estas a los fenómenos de precipitación y pendiente del terreno.

M6-9

LOS SIG'S COMO HERRAMIENTA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE MANEJO PARA AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO

Lozano García Fabián, Hori Ochoa María del Consuelo y Vela
Coiffier Martha Patricia
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Correo Electrónico: dflozano@itesm.mx

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen porciones del planeta, terrestres o acuáticas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el ser humano y que están sujetas a regímenes especiales de protección. El propósito de las ANP es el mantener la estructura y los procesos ecológicos, así como de salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Todas las ANP en México deben contar con un Programa de Manejo que permita tanto su conservación como la promoción de acciones que permitan el desarrollo sustentable de las actividades que se llevan a cabo dentro de éstas zonas.

En 1991, el “Cerro de la Silla”, símbolo de la ciudad de Monterrey, fue declarado como ANP en la categoría de Monumento Natural, a nivel federal. Durante el año 2000, en el Estado de Nuevo León se declararon 23 Áreas Naturales Protegidas, entre las que se encuentran la Sierra “Cerro de la Silla” y la Sierra “Cerro del Fraile y San Miguel”. Para la elaboración del Programa de Manejo correspondiente se incorporaron las capas de información que describen los aspectos sociales, físicos y biológicos de cada área de estudio a un Sistema de Información Geográfico (SIG), identificándose las principales zonas o recursos naturales que deben quedar sujetos a conservación.

Del análisis cartográfico resultante se determinaron las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento para cada ANP, las cuales indican tanto el nivel de protección como las actividades permitidas dentro de dichas ANP.

M6-10 CARTEL

USO DE TECNOLOGIA GEOESPACIAL PARA EL ANALISIS DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN CHIHUAHUA, MEXICO

Carreón Hernández Enrique, Pinedo Alvarez Carmelo y Lafon
Terrazas Alberto
Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: ecarreondhz@yahoo.com.mx

En el estado de Chihuahua existen Áreas Naturales Protegidas (ANP) con decretos que datan de los años 20's y 30's, siendo estas Zonas Protectoras Forestales (ZPF), Reservas Forestales Nacionales (RFN) y Zonas de Refugio de Fauna Silvestre (ZRFS), entre otras. De las cuales, varias de ellas carecen de datos con lo que respecta al grado de biodiversidad existente, aunando a ello una falta de definición espacial que permita una demarcación apropiada. Por lo anterior, se planteó el objetivo de caracterizar espacialmente dichas

áreas, para contar con información base, analizar la estructura de las mismas por medio de técnicas de clasificación multispectral para conocer la condición actual de los tipos de cubierta existentes en ellas, con el fin de establecer un sistema de monitoreo para evaluar el impacto sobre la biodiversidad. Las áreas se delimitaron utilizando cartas topográficas escala 1:50,000, así como Modelos Digitales de Elevación (MDE) escala 1:250,000 y cartas temáticas para caracterizar los recursos abióticos, en donde se plasmaron los polígonos limítrofes. Se utilizaron escenas de Landsat TM5 y ETM7 para el análisis de los recursos bióticos, tales como agua y vegetación, con las cuales se hicieron clasificaciones de uso de suelo con el método no supervisado y supervisado para identificar y diferenciar los diversos tipos de cubierta vegetal y otros patrones del paisaje. La información fue procesada en IDRISI 32, generándose los mapas respectivos en ArcView 3.2. Se obtuvieron los polígonos preliminares con los cuales se estimaron las superficies de las áreas, así como las clases y/o tipos de cubierta actualmente existentes. A partir de estas se obtuvieron 24 clases por el método no supervisado y 14 por el supervisado. Los resultados permiten sentar bases para realizar una comparación del nivel de clasificación de los tipos de cubierta obtenidos en este estudio versus los tipos de cubierta obtenidos por el inventario nacional foresta (INFN). Con la información obtenida se pueden determinar áreas de buena condición, en las cuales pudieran enfocarse esfuerzos de conservación, tendientes a la recategorización de las mismas dentro de la legislación ambiental vigente. Se concluye que esta tecnología permite caracterizar, monitorear, y evaluar diferentes atributos de dichas áreas.

M6-11 CARTEL

USO DE TECNOLOGIA GEOESPACIAL PARA DETERMINAR USO DE SUELO Y VEGETACION EN RANCHOS GANADEROS EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA, MEXICO

Carreón Hernández Enrique, Favela Tapia Erika, Sáenz Aragón
Jesús y Mendoza Fernández Jesús Ricardo
Universidad Autonoma de Chihuahua
Correo Electrónico: ecarreonhdz@yahoo.com.mx

Los ranchos ganaderos localizados en el noroeste del estado de Chihuahua cuentan con ecosistemas naturales que, además del pastoreo, prestan un sin fin de servicios tales como producción de madera, leña, forraje, productos no maderables y recursos genéticos; los cuales contribuyen a mantener la funcionalidad a nivel cuenca, así como de biodiversidad. Sin embargo, poco se conoce en lo que se refiere a su extensión y condición actual, por tal motivo los sensores remotos son una herramienta practica para la aplicación de medidas multitemporales y multiespaciales para un mejor conocimiento de los recursos, así como disponer de información actualizada. Sobre esta base, se han utilizado imágenes de satélite para interpretar diferentes características y estructuras de la vegetación, permitiendo aplicar esta metodología de una forma más rápida y precisa para evaluar la condición que guardan los recursos. El objetivo fue clasificar el uso de suelo y vegetación del rancho Teseachi a través de imágenes de satélite y Sistemas de Información Geográfica, para ello se utilizó una imagen Landsat TM 5, Modelos Digitales de Elevación, cartas topográficas y digitalización de planos derivados. Procesándose en IDRISI 32, AutoCAD y ArcView 3.2. Se clasificaron ocho clases de vegetación y uso del suelo, siendo estas Bosque de Encino-Táscate, Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Pastizal Mediano Abierto, Bosque de Encino con Pastizal Amacollado, Bosque de Pino-Encino, Vegetación Arbustiva y Areas Agrícolas, con un precisión total de 82.26%. Asimismo, se generaron mapas derivados.

M6-12 CARTEL

UTILIZACION DE IMÁGENES DE SATELITE IKONOS PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES ARBOREAS MADERABLES EN LA REGIÓN SERRANA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Puga Terrazas Soraya, Sosa Cerecedo Manuel, Pinedo Álvarez
Carmelo y Quintana Martínez Rey Manuel
Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: spuga2002@yahoo.com

El uso de los recursos naturales bajo un sistema de desarrollo sustentable, constituye una prioridad a nivel nacional. En el estado de Chihuahua, la actividad forestal constituye una de las actividades económicas de mayor importancia, sin embargo, la tecnología utilizada para su manejo no ha evolucionado como debiera y solo en forma incipiente promovida por la Universidad Autónoma de Chihuahua, se ha iniciado el proceso del uso de los sistemas de información geográfica, incluidas las imágenes de satélite, generalmente del tipo Landsat, las cuales han venido a cambiar los esquemas de tecnología utilizada en los aprovechamientos forestales, aunque sólo en una mínima parte del personal involucrado en el sector forestal. El uso de imágenes de alta resolución como son las IKONOS, generalmente usadas en estudios urbanos, para estudiar los recursos naturales, se convertirá en un futuro cercano en una poderosa herramienta para manejar dichos recursos. El objetivo del presente trabajo fue la identificación de 4 especies arbóreas dominantes en la región de la Alta Babícora, determinar la superficie que ocupan, así como el resto de los componentes de ese ecosistema. Materiales y Métodos: La región tiene una vegetación de pastizal arborescente, topografía de plana a quebrada, con clima semi - frío subhúmedo. Se utilizó una imagen IKONOS con una resolución de 4 x 4 m de fecha 6 de junio del 2001, con una superficie de 17,059.63 ha. El procesamiento de la imagen se realizó usando el programa Idrisi 32. Se realizaron las correcciones atmosféricas y geométricas, se corrieron las estadísticas geomáticas espaciales y se realizó una clasificación supervisada. Tomando como base los datos de cobertura aérea por especie, se seleccionaron las 4 especies arbóreas con mayor presencia, 60 muestras fueron ubicadas con GPS, utilizando una computadora portátil en campo con la imagen de satélite. Resultados y Discusión: Las especies seleccionadas basadas en cobertura aérea promedio por sitio fueron: *Pinus engelmannii* con 21%, *Pinus cembroides* con 26%, *Juniperus deppeana* 19% y *Quercus sp* con 65%. La corrección geométrica dio un RMSError de 1.67 pixeles. La matriz de correlación dio valores muy altos (mayores de .95) entre las bandas 1, 2, 3 y bajos entre las bandas visibles y la infrarroja (banda 4). En base a estos datos se seleccionaron las bandas 1, 4, 2, que corresponden a los canales rojo, verde y azul. El análisis de componentes principales para las 4 bandas presentó la mayor variabilidad en el componente 1 con un 82.20%. En la clasificación supervisada por especie, se utilizó un cluster con 9 clases donde fue posible determinar la presencia de las especies mencionadas y otros componentes del ecosistema, así como la superficie que cubren, resultando la especie *Juniperus deppeana* con mayor presencia cubriendo 2732.71 ha. En el diagrama de firmas espectrales destaca el *Pinus engelmannii* que alcanza en la banda 4 valores de reflectancia cercanos a 200. Conclusión: las imágenes de satélite IKONOS son una alternativa importante en el inventario de especies arbóreas especialmente en áreas forestales. Se requiere profundizar más en este tipo de investigaciones.

M6-13 CARTEL

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA DE MANEJO DE
ÁREAS ARBOLADAS E INFRAESTRUCTURA FÍSICA DEL
CAMPUS MONTERREY DEL ITESM**

Vela Coiffier Martha Patricia, Lozano García Fabián, Aguilar
Charles Miguel y Aguirre Zamarripa Erika
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Correo Electrónico: pvela@itesm.mx

Consciente de la importancia que tiene el medio ambiente para el desarrollo integral de la Institución, de la Comunidad y del País, el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey cuenta con una Política Ambiental Institucional que establece el compromiso de respetar a la naturaleza en todo lo que hacemos. Dentro de este contexto se creo el Programa Campus Sostenible, que busca impulsar la transición de la comunidad del Tecnológico de Monterrey hacia el Desarrollo Sostenible.

Con el objetivo de Evaluar los programas y tecnologías ambientales de la institución de manera continua y monitorear el progreso alcanzado, así como el de lograr una operación sostenible del Campus e incorporar aspectos de sostenibilidad en su manejo se desarrolló un Sistema de Información Geográfica que incluye tanto la planta física del Instituto así como el inventario de los árboles del mismo. Este objetivo busca asegurar que el funcionamiento y el mantenimiento de sus sistemas físico y biológico se cumpla de tal manera que ejemplifique las mejores prácticas administrativas de eco-eficiencia en las áreas de: energía, agua, materiales, salud y seguridad, paisaje, construcción, transporte y estética.

El área considerada del campus cubre una superficie de 262,310 m², dentro de la cual existen 39 edificios que cubren un superficie construida de 69,209.5 m², y un total de 947 árboles, de los cuales 625 (66%) son especies introducidas y 322 (34%) son especies nativas. La base de datos del Arboetum incluye datos de la especie (altura, DAP, etc), su localización dentro del Campus, lugar de origen así como su condición sanitaria, lo que nos permitirá llevar un mejor manejo y control sanitario de la especie, la planificación del reemplazo de especies introducidas por especies nativas y en el futuro obtener el papel que juega la presencia de estas especies en la captura de CO₂ y la regulación del microclima en el Campus.

M6-14 CARTEL

**ANÁLISIS DE IMPACTOS POR INCENDIOS FORESTALES A
TRAVÉS DE IMÁGENES LANDSAT-TM Y MODELOS
DIGITALES DE ELEVACIÓN**

Pinedo Alvarez Carmelo, Sosa Cerecedo Manuel, Viramontes
Olivas Oscar y Balderrama Castañeda Salvador
Depto. de Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia,
Universidad Autónoma de Chihuahua
Correo Electrónico: cpinedo@uach.mx

En los últimos años, el número de incendios forestales en los bosques de Chihuahua, México se han incrementado. La incidencia de este factor es el resultado simultáneo de al menos tres factores; el largo período de sequía prevaleciente, aprovechamientos no controlados de madera y un creciente turismo. Debido a lo anterior, el Departamento de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chihuahua a través de su línea de investigación en

monitoreo y evaluación de recursos naturales, ha iniciado estudios para evaluar el uso de Modelos Digitales de Elevación (MDE) e imágenes Landsat TM, como fuentes de datos importantes para la evaluación de impactos económicos y ecológicos en áreas forestales afectadas por incendios. El presente trabajo reporta los resultados derivados de tres objetivos básicos; 1) analizar el comportamiento espectral de las áreas forestales expuestas al fuego a través de Landsat TM, 2) generar modelos de predicción para estimar pérdidas de producción de madera en áreas siniestradas y, 3) analizar las variables biofísicas derivadas de Modelos Digitales de Elevación para la toma de decisiones en programas de reforestación y restauración ecológica. Se utilizaron los datos de campo de diez áreas incendiadas monitoreadas a través del Laboratorio de Sistemas de Información Espacial de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Para detectar las áreas incendiadas se examinaron diversas composiciones de bandas para seleccionar la mejor discriminadora de incendios. La ecuación de predicción se obtuvo a partir de una imagen preincendio utilizando como variables independientes las bandas 4, 5 y 7 de TM. A partir de los MDE se obtuvieron los Modelos Digitales de Pendiente (MDP) y Exposición (MDEx) para derivar las variables pendiente y exposición en 7 y 8 clases respectivamente. Los resultados mostraron que el procesamiento de datos de Landsat TM y MDE permitieron obtener información confiable respecto al tamaño de áreas incendiadas, tipo de vegetación afectada y caracterización de la pendiente y exposición del terreno para apoyar la toma de decisiones en programas de reforestación y restauración ecológica. La combinación de las bandas 3, 4 y 7 en los canales azul, verde y rojo respectivamente, permitió la mejor discriminación de áreas incendiadas. Esta imagen compuesta puede ser la base para estimar el tamaño del incendio y el tipo de estructura forestal afectada. La producción de madera mostró una relación alta con la banda 7, por lo que su capacidad de predicción se manifestó en la ecuación de regresión generada con el coeficiente de correlación más alto. El MDP y MDEx mostraron su bondad para analizar rangos de pendiente y exposición en áreas siniestradas. La escala media (1:250,000) representada con esta fuente de datos puede considerarse adecuada para los programas de protección forestal en las quince regiones forestales del estado de Chihuahua. Sin embargo, para incrementar la precisión de traslape de los polígonos generados en la imagen y extrapolados al MDE, se recomienda utilizar MDE con escala 1:50,000.

Sesión SELPER

Prevención de riesgos, modelos, escenarios y planes de contingencias

Viernes 7

SALA "D"

M7-1

RIESGO POR FLUJOS DE LODO HACIA EL SECTOR PONIENTE DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL, EN EL ESTADO DE MÉXICO

Ramos Jiménez Esteban

Instituto de Protección Civil del Estado de México

Correo Electrónico: gemipcsi@mail.edomex.gob.mx

El riesgo por flujos de lodo en las poblaciones asentadas en la periferia del Popocatepetl, siempre ha existido, como lo atestiguan los depósitos de las partes noreste en el Estado de Puebla y noroeste en el Estado de México. El material de estos depósitos, es producto de flujos generados en etapas eruptivas del pasado, uno de los cuales ha sido datado de hace 1,100 años en la parte noreste en el Estado de Puebla y que seguramente también debe concordar con el existente hacia el Estado de México, en las partes altas de San Juan Tehuixtitlán y de San Andrés Tlalámec. Lo anterior se deduce a partir de los pequeños flujos que se dispararon con los eventos ocurridos el 30 de junio de 1997, el 24 de mayo del 2000 y el 22 de enero del 2001 principalmente, ya que en estas ocasiones se dieron tanto al Estado de Puebla como al Estado de México y que pudieron ser detectados y corroborados en campo. La parte más importante del presente estudio, es señalar las trayectorias de mayor riesgo hacia este sector del volcán, debido a la existencia de una parte del glaciar en el costado noroeste del cono volcánico, que podría generar una cantidad brusca e inusual de agua de fusión, en caso de presentarse una erupción moderada similar a la del 18-19 de diciembre del 2000, pero con caída continua de material de alta temperatura sobre el hielo y nieve del glaciar. Debe mencionarse que también puede presentarse este mismo fenómeno ante la caída de lluvias extraordinarias en este mismo sector del volcán, en la zona intermedia de bosque, lo que podría generar un volumen considerable de agua, que mezclado con el material piroclástico emitido durante la erupción, más el existente a lo largo de las barrancas existentes de Amalacaxco, Yancuecole y Huiclástoc, podrían impactar en algunas poblaciones aguas abajo de las mismas. Por tanto, se señala que hay tres barrancas que nacen en la parte alta, las cuales conforman dos trayectorias principales: 1. Amalacaxco-Hueyatlatco-Estafiatepec-Caxquenatlaco-Tetoro-Necuate-Grande y 2. Yancuecole-Huiclástoc-Huitzilac-Teacaltila-Grande. Los poblados por los que pasa la primera trayectoria son: San Juan Tehuixtitlán, Popo Park, Ozumba de Alzate, San Vicente Chimalhuacán y Nepantla de Sor Juana Inés De la Cruz, continuando aguas abajo por el Edo. de Morelos. A lo largo de la segunda trayectoria, solo se encuentra San Andrés Tlalámec, ya que también sigue su curso hacia el Estado de Morelos.

M7-2

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE AZUFRE UTILIZANDO IMAGENES DE SATELITE DE ALTA RESOLUCION

Hori Ochoa María del Consuelo, Bremer Bremer Martín, Lozano García Fabián y Correa Sandra

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Correo Electrónico: mchori@itesm.mx

Algunas de las actividades industriales llevadas a cabo en países en vías de desarrollo han ocasionado severos impactos al medio ambiente, los cuales representan un riesgo a largo plazo para los

habitantes de las zonas aledañas. Actualmente, existe una tendencia mundial hacia el planteamiento de técnicas y proyectos que permitan la remediación de éstos sitios que se encuentran contaminados.

Uno de éstos sitios que se encuentra contaminado es un predio de 480 Ha's que tuvo actividad minera durante 40 años, al principio como una compañía privada y más tarde, como una compañía gubernamental. Durante el tiempo de operación de ésta planta extractora no se consideraron los impactos ambientales, en ninguna de sus etapas productivas ni de embarque, por lo que cerca del 20% del área total de estudio se encuentra contaminada con algún tipo de azufre residual y carbón. Cabe mencionar que dentro de la planta también se encuentran algunos asentamientos irregulares, así como zonas que aún se encuentran en estado natural con diversos grados de afectación por actividades antropogénicas.

El proyecto de remediación del área involucró dos aspectos: el primero, la determinación de las áreas contaminadas dentro y alrededor de la compañía minera, utilizando imágenes de satélite de alta resolución (Ikonos) y técnicas de Sistemas de Información Georreferenciada (SIG), las cuales se vieron complementadas con un extenso trabajo de campo. También se realizó una correlación entre los datos de campo (valores de acidez y pH) y los valores de reflectancia observados en la imagen de satélite. Y segundo, con base en los resultados de la fase de diagnóstico, se determinó el volumen de material contaminado y su distribución tridimensional, lo cual sirvió de base para la selección de la mejor estrategia de remediación del sitio.

M7-3

GESTIÓN DE DESASTRES, UNA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA PARA LA SEGURIDAD DE LA RED CARRETERA NACIONAL

García Ortega Gabriela y Backhoff Pohls Miguel Ángel

Instituto Mexicano del Transporte

Correo Electrónico: ggarcia@imt.mx

Ante la compleja problemática que define la atención de los desastres originados por fenómenos naturales, y que la identificación espacial de las amenazas, el análisis territorial de las condiciones de riesgo y la distribución geográfica del problema en su conjunto, constituyen elementos de conocimiento necesarios para plantear o reforzar las tareas vinculadas con la Gestión de Desastres, aunado al hecho de que la infraestructura carretera, no sólo es parte del patrimonio nacional expuesto a los riesgos presentes en el territorio nacional, sino que además constituye el medio de acceso vital para la atención de emergencias, se desarrolla el proyecto para diseñar un sistema de análisis espacial, especializado en la identificación multifactorial de elementos relacionados con los riesgos (en principio geológico-geomorfológicos e hidrometeorológicos), que pueden afectar la red carretera.

El objetivo general es dual, por un lado formular una metodología de carácter geográfico con base en la utilización de SIG y GPS, para el establecimiento de estrategias de intervención orientadas a concentrar la atención y los esfuerzos de la administración pública en los factores de riesgo a los que están expuestas las carreteras nacionales y, en paralelo, diseñar y conformar un sistema de exploración, consulta y análisis de información espacial orientado tanto al diagnóstico de las condiciones de riesgo a que está

expuesta la red vial como a la atención de las emergencias derivadas de la ocurrencia de un siniestro, para facilitar y fortalecer integralmente las labores vinculadas con la Gestión de Desastres.

Ello, a través del manejo, análisis y actualización periódica de información procedente de diversas fuentes (estadísticas, cartográficas, de campo, etc.), relativas a las condiciones ambientales, sociales y económicas que convergen geográficamente y están asociadas a los riesgos que asechan a la infraestructura carretera nacional.

M7-4 CARTEL

ACOUSTIC AND ACOUSTO-GRAVITY WAVES PULSES CAUSED BY SOURCE OF A SEISMIC ORIGIN

Grimalsky Vladimir

Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

Correo Electrónico: vgrim@inaoep.mx

In this study a nonlinear excitation of ultra-low frequency (ULF = Hz) acoustic wave (AW) by extremely low frequency (ELF ~ 10 - 1000 Hz) acoustic bursts has been discussed. The ELF wave is excited as the burst-like envelope of a finite transverse scale by seismic motion of the Earth's surface, then, it propagates upwards and is subject to both no linearity and dissipation. No linearity leads to the generation of higher harmonics and, thus, to a saw-tooth-like wave structure, and to an increase of the ULF part of the wave spectrum at altitudes 0-100 km. Only ULF AW can reach the ionosphere dynamo layer (120-200 km), where this wave excites the ionosphere plasma waves. Simulations of the nonlinear transformation of the acoustic waves are based on the slowly varying profile equation. A propagation of AGW monopoles is simulated in this study. A role of the sources of various origin and corresponding boundary conditions are discussed. A wave dispersion and diffraction change the initial shape of the pulse quickly, so that the envelope-like pulse, can reach the F-layer of the ionosphere with some delay, in a comparison with AW. The period of oscillations is about 1 - 5 min, and the velocity of the particles within the AGW may be >1 m/s. Vertical and horizontal components of that velocity are of the same order, but have different distributions.

M7-5 CARTEL

ADVANCED METHODS OF ANALYSIS OF ULF GEOMAGNETIC VARIATIONS IN SEISMOACTIVE ZONES FOCUSED ON SEARCH FOR SEISMO-EM PRECURSORS OF EARTHQUAKES

Kotsarenko Anatoliy¹, Hayakawa M.¹, Molchanov O.¹, Koshevaya Svetlana², Grimalsky Vladimir³, Pérez Enríquez Román¹ y López Cruz-Abeyro José¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

Correo Electrónico: kotsarenko@geociencias.unam.mx

² CIICAp, UAEM

³ INAOE

Modern methods of analysis of ultra-low frequency (ULF) geomagnetic variations in their relation to seismic phenomena are presented. ULF part of electromagnetic emission generated by the earthquake (EQ), have been chosen as a subject of study due to certain circumstances. First of all, can be recorded at the Earth's surface by the modern magnetometers without significant attenuation if they are generated at typical EQ depths (~10 km). Higher frequencies would have smaller skin depths and therefore, the greater

attenuation before reaching the Earth's surface. At final, the ULF geomagnetic observations at most indeed assume neither sophisticated equipment nor its complicated maintenance.

Methodology of study presumes the long-time record of 3 components of geomagnetic field with a satisfactory sampling rate (not lower than 1 Hz). The referring information for any analysis are: geomagnetic activity (Ap index) in order to discriminate effects simulated by solar wind interaction in the magnetosphere from the ones of the seismic-related origin; and EQ characteristics, such as magnitude Ms and distances d from the epicenter to the station so that we can estimate the deposit of any occurred EQ by seismic index $k_s \sim 100.75M_s/10d$ ($k_s = 1$ for EQ with $M_s=4$ observed at the distance $d=100$ km) into ULF EM emission from the sources of their generation.

The aim of the present work is to make a review of modern techniques of analysis of geomagnetic emission related to earthquakes. We describe different methods of analysis of ULF geomagnetic emissions: polarization analysis, PCA (Principal Component Analysis), phase-gradient method, fractal analysis and present the most considerable results.

M7-6 CARTEL

ANALIZYS OF THE ULF ELECTROMAGNETIC EMISSION RELATED TO SEISMIC ACTIVITY, TEOLOYUCAN GEOMAGNETIC STATION, 1999-2001

Kotsarenko Anatoliy¹, Pérez Enríquez Roman¹, López Cruz-Abeyro José¹, Grimalsky Vladimir² y Koshevaya Svetlana³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

Correo Electrónico: kotsarenko@geociencias.unam.mx

² INAOE

³ CIICAp, UAEM

Results of ULF geomagnetic measurements at the station Tlamacas (99°11'35.735"W, 19°44'45.100"N, 2280 m height) in relation to seismic activity at the period 1998-2001 and their analysis are presented. Variations of spectral densities for horizontal and vertical components, polarization densities and spectrograms of magnetic field, their derivatives are analyzed as a part of traditional analysis in this study. Values of spectral density were calculated for 6 fixed frequencies $f = 1, 3, 10, 30, 100$ and 300 mHz. Fractal characteristics of spectra were analyzed in the conception of SOC (Self-Organized Criticality). 2 nighttime intervals, 0-3 and 3-6 hours by local time have been used to decrease the noise interference in raw data. In order to exclude the intervals with a high solar activity from analysis we referred to Ap indexes, calculated for corresponding time intervals. The contribution of seismic events to geomagnetic emission was estimated by seismic index $K_s = 10^{0.75M_s / 10D}$, where M_s is amplitude of the earthquake and D is distance from its epicenter to the station.

M7-7 CARTEL

REINTERPRETACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA FORMACIÓN TIÑU (TREMADOCIANO), ESTADO DE OAXACA, MÉXICO

Flores de Dios González Luis Antonio¹ y Vachard Daniel²

¹ Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autonoma de Guerrero

Correo Electrónico: afloresdd@yahoo.com.mx

² 2UFR des Sciences de al Terre, Univerite dees Sciences et technologies de Lille, Villeneuve d'

En el área de Nochixtlán–Ixtaltepec, Estado Oaxaca, aflora la Formación Tiñu, de edad Tremadociano, y que consiste de calizas bioclásticas de trilobites, preferentemente, y braquiópodos, que evidencian que estos organismos fueron sumamente re trabajados mecánicamente y que, litológicamente conforman brechas calcáreas que constituyen calizas depositadas en aguas poco profundas y redepositadas como un material que ha sido derramado o vertido de las márgenes externas de la una plataforma, hacia zonas con pendientes pronunciadas. Se presentan evidencias contundentes para ser reinterpretadas como un depósito de apron carbonatado, pues presenta brechas asociadas a deslizamientos como flujos de escombros de apron. Se puede considera que la plataforma de la cual se derivaron, estuvieron bordeadas por capas de escombros con tirantes de agua poco profunda

Existen excelentes ejemplos depósitos de calizas que han sido resedimentadas y que forman parte de los taludes adyacentes a las plataformas carbonatadas, se presentan durante el Cambro-Ordovícico al oeste de América del Norte (sobre todo en California y Nevada) y al Este de USA (en los Apalaches).

Una sedimentación muy importante ocurrió en las Plataformas carbonatas durante el Cambrico-Ordovícico, en el Cratón de Norte América (Laurentia), y en Sur América (Gonwana) que permitió que mucha resedimentación de los carbonatos en tirantes de a aguas poco profundas, lo largo de las márgenes continentales en este tiempo, ejemplos de estos sedimentos pueden ser ubicados desde el este de California, hasta Alberta en Canadá, y desde Virginia Hasta Newfounland. Al este de Nevada, sobre la Formación de plataforma Whipple Cave y en la Formación Lower House Limestone.

Sesión SELPER

Geoinformación, sistemas expertos y desarrollo algorítmico

Viernes 7

SALA "D"

M8-1

CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR POTENCIAL DIRECTA ASOCIADA A LA VARIACIÓN DEL RELIEVE EMPLEANDO MDE EN UN AMBIENTE SIG

Gómez-Tagle Chávez Alberto¹, Chávez Huerta Yolanda², Gómez-Tagle Rojas Alberto F.³, Zepeda Castro Hugo¹ y Díaz Fernández Esperanza³

¹ Facultad de Biología, UMSNH
Correo Electrónico: pichucho@lycos.com

² INIFAP, Campo Morelia

³ Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales, UMSNH

La radiación solar incidente se considera una de las variables con mayor influencia sobre los procesos biológicos en las escalas planetaria y de paisaje. En esta última la variación de la radiación solar incidente es controlada principalmente por el relieve. En este trabajo se presenta un algoritmo que permite el cálculo de la Radiación Solar Potencial Directa (RP) como flujo radiante (KJm-2) para una fecha específica (día/mes) y para un mes específico en una superficie topográfica compleja representada por un MDE. El programa denominado Sol_Rad SIG toma en cuenta la atenuación de la radiación ocasionada por el ángulo de elevación solar y la longitud de la ruta a través de la atmósfera empleando m_0 (masa aérea), el valor de t_0 ó transmitancia atmosférica, así como distintos valores de S_0 (constante solar). Este programa emplea procedimientos de cálculo de posición solar y módulos del sistema de información geográfica (SIG) Idrisi32. La interfase posee un formato amigable, su funcionamiento sencillo y la plataforma SIG empleada hacen que el cálculo de la RP pueda ser incluida dentro de diversos estudios climatológicos, balance hídrico, distribución de la vegetación, biogeografía, distribución de propiedades edáficas, etc. La popularidad de la plataforma SIG empleada lo hace potencialmente accesible a numerosos grupos de trabajo.

M8-2

LA INTEGRACIÓN DE IMÁGENES DE DIFERENTES FUENTES SATELITALES SEGÚN LA TEORÍA DE DEMPSTER-SHAFFER PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO CLASIFICATORIO

Toudert Djamel
Instituto de Investigaciones Sociales, UABC
Correo Electrónico: toudert@uabc.mx

La integración de diferentes fuentes satelitales para maximizar la visualización y los resultados de clasificaciones temáticas, constituye en el campo de la teledetección dedicada al inventario-diagnostico un interés que ha captado la atención de la investigación desde mucho tiempo. A las viejas metodologías de fusión de datos basadas en el análisis espectral y las transformaciones matemáticas de "ir y vuelta", en la actualidad, se buscan en el marco de las teorías probabilísticas instrumentos más precisos y eficientes.

Nuestra investigación, se enfoca de una manera estricta a encontrar una solución práctica para la fusión de datos provenientes de fuentes espectrales y radar con el apoyo de los fundamentos de la teoría de Dempster-Shafer. En el marco de la proposición anterior, nuestra búsqueda pretende solucionar la problemática de la cuantificación de la imprecisión en la metodología basada en una

estructura de fusión mixta propuesta como alternativa a las imperfecciones detectadas en el método centralizado y descentralizado.

Conforme el grado de avance de nuestro trabajo, en la presente ponencia será cuestión de introducir los fundamentos teóricos y conceptuales a la base del método alternativo, como también algunos resultados preliminares que demuestran su pertinencia y efectividad en la fusión y el mejoramiento del rendimiento clasificatorio.

M8-3

POSICIONAMIENTO GLOBAL SATELITAL (GPS) EN MEXICO: CRECIMIENTO SOCIOECONOMICO EN UN DESARROLLO SUSTENTABLE Y MULTIDISCIPLINARIO

Gonzalez Garcia Jose Javier
Lab. de Geodesia y Geodinamica, CICESE
Correo Electrónico: javier@cicese.mx

Nuestro país se caracteriza por su variedad de procesos tectónicos, los cuales han construido la superficie de nuestro territorio: dispersión del piso oceánico en el Golfo de California; extensión cortical en Sonora-Chihuahua; subducción en la Trincheras Mesoamericana, volcanismo y actividad geotérmica a lo largo de la Faja Volcánica Mexicana. Un mayor entendimiento de la compleja interacción de la zona de contacto de las placas Caribe, Pacífico, Rivera, Cocos y Norteamericana se obtendrá solo si se conoce la deformación contemporánea con precisión. Esto se logrará con las modernas tecnologías asociadas al sistema de Posicionamiento Global Satelital (GPS).

La sociedad mexicana como parte del moderno proceso económico globalizado, cada vez más, debe utilizar relaciones espacio-temporales de alta resolución para la toma correcta de decisiones técnico-políticas, monitoreo del medio ambiente, administración de la infraestructura y respuesta inmediata y apropiada a la emergencia civil.

El conocimiento preciso del tamaño, forma y posición de nuestro medio ambiente afecta nuestra vida social diaria; desde la aplicación del apropiado impuesto a la propiedad privada y pública, a la limpieza de basura tóxica; desde la reapertura de caminos afectados por deslizamientos de tierra, a la evaluación de riesgo por inundación, desde el control de la erosión, hasta el despacho de vehículos de emergencia, etc.

México se enfrenta a retos que demandan posiciones y elevaciones que deben ser mapeadas y controladas precisamente, una red nacional GPS de control espacio-temporal sería una organización que distribuya información confiable e imparcial acerca de coordenadas espacio-temporales con objeto de minimizar la pérdida de vidas y propiedad, debido a desastres naturales y provea de información útil para una mejor administración de los recursos biológicos, minerales, energéticos y agua; para incrementar y proteger la calidad de vida y contribuir a un mayor desarrollo económico y de infraestructura física de nuestro país dentro de un marco de desarrollo sustentable.

Una red de 200 estaciones GPS permanentes operando en tiempo real, distribuidas en territorio continental, mas 10-15 en territorio insular, nos proporcionaría un marco de referencia para el control preciso de la deformación y de las diversas actividades humanas en nuestro territorio, relacionadas con coordenadas

espaciales y temporales. Así, aspectos geodésicos, cartográficos, topográficos, sísmicos, mareográficos, vulcanológicos, meteorológicos, hidrológicos, ecológicos, catastrales, líneas vitales (gas, petróleo, energía, teléfono, agua) y navegación marítima, aérea y terrestre pueden tener un enlace único de control: sus coordenadas espacio-temporales que pueden ser obtenidas con la precisión y rapidez que se desee, usando el Sistema de Posicionamiento Global; cuyas señales están en el aire, son libres y gratuitas.

La comunidad topográfica nacional, el control catastral en general y las comunidades de ingeniería civil, INEGI, PEMEX, CFE, CRM, SEMARNAT, Protección Civil, etc, todos ganaríamos con una red nacional de GPS. La comunidad científica y técnica mexicana, podemos realizar este proyecto que solo requiere el uso eficiente de los recursos asignados con proyección de mediano y largo plazo.

M8-4

MODELAMIENTO ESPACIAL DEL PROCESO DE DEFORESTACIÓN

Mas Causel Jean-Francois¹, Puig Henri², Palacio Prieto José Luis¹ y Sosa López Atahualpa³

¹ Instituto de Geografía, UNAM

Correo Electrónico: jfmas@igiris.igeograf.unam.mx

² Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Université P. Sabatier, Toulouse, Francia

³ Centro EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche

Se desarrolló un modelo de predicción de la distribución espacial de la deforestación tropical en la región de la Laguna de Términos, Campeche. Para ello, imágenes Landsat de 1974, 1986 y 1991 fueron clasificadas para generar mapas digitales de deforestación que localizan las áreas conservadas y deforestadas para los dos periodos estudiados. Estos mapas fueron sobrepuestos con varias variables espaciales tales como la proximidad a las vías de comunicación y a los asentamientos humanos, la fragmentación forestal, el tipo de suelo, la elevación y la pendiente para determinar la relación entre la deforestación y estas variables explicativas. En un paso siguiente, se entrenó un perceptrón multicapa para establecer la relación entre la propensión a la deforestación y las variables explicativas para el periodo 1974-1986. Este modelo fue utilizado para generar mapas de riesgo de deforestación para el periodo siguiente. La comparación de mapa de riesgo para 1986 y de la deforestación real durante el periodo 1986-1991 indica que el modelo clasificó correctamente 69 % de las celdas, para dos categorías: persistencia del bosque y deforestación. El uso de redes neurales tiene un gran potencial para modelos de predicción de los cambios de la cubierta del suelo porque permite desarrollar modelos complejos y no lineales.

M8-5

OBSERVAMEXICO: SISTEMA DE CONSULTA DE UNA BASE DE DATOS MULTITEMPORAL Y MULTIESPECTRAL

Alvarez Béjar Román¹, Rodríguez Sobreya Ranulfo² y Bernal Campos Amado³

¹ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Correo Electrónico: rab@leibniz.iimas.unam.mx

² Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

³ Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Aragón, UNAM

Construimos una base de datos de imágenes de satélite que puede ser consultada a través de Internet, en la página www.observamexico.iimas.unam.mx; esta página conduce al sistema de consulta en el que se puede especificar una región de interés por sus coordenadas geográficas y simultáneamente se puede indicar el periodo de observación para la misma. La base está diseñada para contener imágenes de diversos sensores, tales como Landsat MSS, TM y ETM+, NOAA-AVHRR, ASTER, MODIS y prácticamente cualquier tipo de imágenes digitales de las que se tenga una colección. Una vez seleccionado el tipo de imágenes que se requieren y las bandas de interés, se inicia la búsqueda de aquellas que llenan las condiciones impuestas. El resultado de la búsqueda se despliega en una serie de imágenes en formato JPG, con sus claves correspondientes, que sirven para hacer un análisis preliminar de la zona de interés, determinar si la cobertura de nubes es adecuada y otras consideraciones que satisfagan al usuario. Una vez determinadas las que cumplen los requisitos se puede hacer una solicitud de imágenes al administrador de la base de datos a través del correo-e; la entrega puede hacerse a través de la red o en un medio grabable, tal como un CD, mediante un convenio de distribución entre el usuario y el administrador, que es un procedimiento muy simple. Las imágenes disponibles son cargadas a la base de datos mediante pantallas de captura adecuadas y previa conversión a formato JPG. Sólo las imágenes JPG residen en la base de datos manejada por ORACLE. La base de datos se actualiza paulatinamente con imágenes de diferentes sensores y de diversos periodos.

M8-6

NUEVO SISTEMA RADAR DE APERTURA SINTETICA

Velasco Herrera Víctor Manuel¹, Volosuyk Valerii² y Velasco Herrera Graciela³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Correo Electrónico: vmv@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Universidad Nacional Aeroespacial de Ucrania

³ Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

El Radar de Apertura Real tiene ciertas limitaciones relacionadas con la resolución que puede tener; para obtener una mejor exactitud en las mediciones de la superficie monitoreada y mejorar la resolución de las imágenes se desarrolló el Radar de Apertura Sintética (SAR), la resolución del sistema SAR en la actualidad es de alrededor de 1 metro, sin embargo los nuevos problemas geofísicos que se quieren resolver por medio de la percepción Remota con ayuda del sistema SAR, obligan a desarrollar nuevos sistemas SAR multicanales que realicen multimediciones, reciban señales en diferentes longitudes de ondas, en diferentes polarizaciones y en diferentes ángulos de monitoreo.

El procesamiento de señales de los nuevos sistemas SAR tendrán que ser muy complejos debido a las relaciones estadísticas de las señales en diferentes canales.

En este trabajo se muestra el algoritmo del procesamiento de señales del nuevo sistema SAR. Este algoritmo incluye la operación clásica del sistema SAR, así como las estimaciones de las mediciones paramétricas y características estadísticas de las superficies terrestres.

M8-7 CARTEL

APLICACIÓN GIS PARA LA ADMINISTRACION DEL NEGOCIO

Pérez Murillo Susana
Instituto Politécnico Nacional
Correo Electrónico: susana_perez@mail333.com

El desarrollo de cualquier negocio implica la recopilación y el manejo de una cantidad enorme de datos sobre la venta, clientela, reservas, almacenes, listas de distribución, entre otros. La mayoría de los datos esta relacionada con la ubicación geográfica. Por eso es posible presentar la información en los mapas electrónicos y analizarla con aplicaciones especializadas basadas en los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Uno de los sistemas GIS desktop más reconocidos es la línea de productos ArcGIS de la compañía ESRI (ArcView, ArcEditor y ArcInfo). En la ponencia se presenta el análisis para el desarrollo de la aplicación que funciona en el ambiente del GIS de escritorio ArcView. En el trabajo se usa la información de una distribuidora de autopartes que esta ubicada en la Cd. Pachuca (Edo. Hidalgo). Como base geográfica prevista se utilizan los mapas vectoriales del estado que proporciona el INEGI.

La investigación se realiza bajo el marco de trabajo final de la maestría "Administración de negocios" y permite realizar alguna combinación de las siguientes tareas:

- Disposición geográfica de los clientes con base en códigos postales
- Disposición geográfica de las bodegas y almacenes
- Optimización de las ubicaciones de las instalaciones de la empresa
- Búsqueda de los lugares para ubicar las nuevas sucursales de la empresa
- Detección de las áreas de la competencia
- Análisis del tiempo de entrega de la mercancía
- Cálculo y formación de las rutas de transportación
- Creación de los reportes

El uso de la aplicación desarrollada permite además de manejar la información, revelar y entender las relaciones geográficas del negocio para optimizar los gastos y hacerlo más eficaz.

M8-8 CARTEL

PROCEDIMIENTO PARA GENERAR MOSAICOS A TRAVÉS DE SECUENCIAS DE IMÁGENES DE FIREMAPPER

Serrato de la Cruz Bertha Amalia y Hinojosa Corona Alejandro
CICESE
Correo Electrónico: bserrato@cicese.mx

FireMapper es un sistema de percepción remota aerotransportado diseñado para mapear incendios forestales y vegetación, con tres bandas espectrales en el infra rojo termal (IR) y dos en el visible (V) e infra rojo cercano (NIR). Un procesador digital de señales aplica en tiempo real calibraciones por corrimientos y estampa cada imagen con coordenadas GPS y parámetros operativos del sensor. Firemapper fue diseñado y construido por Space Instruments Inc, para el servicio forestal de los EU (USFS). A través de proyectos de investigación conjuntos entre el USFS y el CICESE, de 2000 a la fecha, se han realizado varios vuelos experimentales en Baja California. Se ha tomado por tres años consecutivos a la Sierra de San Pedro Mártir, también se han capturado imágenes de las islas de Cedros y Guadalupe, de los pequeños humedales en la costa del Pacífico y las cañadas del Cerro Matomí, entre otros. Se presenta el flujo de datos en el proceso de extracción de imágenes de los archivos generados por el sistema de adquisición, procurando la automatización del proceso debido al gran volumen de datos. En términos generales, el flujo consiste en: elaboración de índices de vuelo, selección de imágenes isócronas, transformación geométrica, generación de imágenes entrelazadas por banda por escena. Con la información óptica de los sensores, los modelos de elevación de la zona y la ubicación GPS estampada por el sistema, se preparan ortofotos para su posterior integración en mosaicos. Durante el aprendizaje, se adoptaron otras rutas más costosas en tiempo y en intervención del usuario en el flujo del procesamiento, con productos con mayor distorsión y exactitud. Las imágenes resultantes darán apoyo a los esfuerzos de conservación y manejo de los ecosistemas sobre volados con FireMapper.

M8-9 CARTEL

LOCALIZACION DE FUGAS DE DUCTOS DE PETROLEO

Bulgakov Igor, Sadovnychiy Sergiy y Valadez Perez Juan Carlos
Instituto Mexicano del Petróleo
Correo Electrónico: bulgakov@imp.mx

La detección de fugas de petróleo es un problema actual y de gran importancia para México. Para resolverla en el Instituto Mexicano del Petróleo se está desarrollando un sistema especial: por medio de un vehículo aéreo se realiza la inspección de los ductos petroleros con equipo infrarrojo (IR) Raytheon PalmIR 250 Digital y sensores remotos de varios tipos abordo. Además de imágenes de video e infrarrojas el sistema realiza la captura constante (en tiempo real) de los datos satelitales con GPS. Entonces cada imagen o cualquier otra medición remota pueden ser identificadas con la posición geográfica exacta. El sistema permite capturar datos durante 3 horas de vuelo. Para el análisis el video IR grabado se separa a las imágenes IR digitales. El software desarrollado se usa para sincronizar los datos, reconocer las imágenes IR y realizar la localización de los lugares sospechosos sobre la existencia de fugas del petróleo. Posteriormente la decisión acerca de cada fuga sospechosa puede ser aprobada o rechazada con un análisis mas detallado con base en datos conjuntos de todos los sensores remotos. La integración de los resultados obtenidos con el Sistema de Información Geográfica GIS ArcView nos

permite presentar la información sobre la localización de las fugas de petróleo conjunto con las fotos infrarrojas, videos y datos de otros receptores en un mapa digital (vectorial) de México de escala 1:50000. Las coordenadas exactas de las fugas del petróleo permiten a los equipos de reparación de fugas y de protección del medio ambiente realizar su trabajo rápido y eficaz evitando las pérdidas significativas del petróleo y la contaminación profunda del suelo.

Sesión SELPER

Aplicaciones gubernamentales e institucionales

Miércoles 5

SALA “D”

M9-1

MAPAS, ESCALAS Y FRACTALES. UNA APROXIMACIÓN AL ENTENDIMIENTO DE LAS DIMENSIONES DE NUESTRO PAÍS

Olvera Ramírez Jesús
Dirección General de Geografía, INEGI
jolvera@dgg.inegi.gob.mx

Se presenta una discusión del problema de la definición de elementos geográficos tales como las líneas de costa y las fronteras territoriales desde el enfoque de la relación tripartita de mapas, escalas y fractales, como un fundamento para comprender la naturaleza del problema y su tratamiento. Finalmente, se presentan los resultados gráficos y numéricos de varias mediciones de costas y fronteras de México que ofrecen una vista compendiada de una solución.

M9-2

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL. LA MANERA INTELIGENTE DE PREVENIR E INVENTAR EL FUTURO

Olvera Ramírez Jesús
Dirección General de Geografía, INEGI
jolvera@dgg.inegi.gob.mx

Se presenta el concepto de "Sistema de Información Geoespacial". Inicialmente, debe decirse que no es un Sistema de Información Geográfico en la concepción clásica, es más que eso, aunque requiere de un software de tipo comercial para su funcionamiento. Como ya se dijo al principio, un Sistema Geoespacial es un desarrollo intelectual construido partir del "Conocimiento" del espacio geográfico proporcionado por los "Datos Geoespaciales" (Fundamentales, Básicos y de Valor Agregado), con el que es posible delimitar polígonos o "zonas" en los que exista riesgo de perturbación o ya se encuentren perturbados los recursos naturales y por lo tanto, la población. A través de la herramienta, los Sistemas Geoespaciales expresan los resultados en mapas "a la carta" en los que se muestra la forma, dimensión y distribución del (los) fenómeno(s) en análisis.

La parte fundamental, es la capacidad del usuario para aislar problemas y generar mapas de escenarios, predicciones, comportamientos a través del manejo de posibilidades de sucesos. Para cada predicción o comportamiento, debe ser analizado el impacto al medio ambiente y su posible influencia en la sociedad en su conjunto y solo después de las necesarias iteraciones de impacto, decidir la ejecución de las acciones.

M9-3 CARTEL

EL ACERVO CARTOGRÁFICO DEL INE EN INTERNET

Esquivel Esquivel Nora Elizabeth, Cuevas García Gabriela y
Bocco Gerardo
Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT
nesquive@ine.gob.mx

Como parte de las funciones básicas del Instituto Nacional de Ecología (INE), se encuentra la construcción y difusión de bases de datos que apoyen la investigación y toma de decisiones en materia ambiental.

En cumplimiento de ello, el área de Sistemas de Información Geográfica de la DGIOECE se ha dado a la tarea de administrar la base de datos espacial que está integrada por los productos cartográficos de sus proyectos de investigación, así como de difundirla al público en general mediante la creación de una interfaz de consulta en línea en el sitio web del INE.

El surgimiento de esta tecnología hace posible dotar al público en general de herramientas básicas para la consulta y análisis espacial, que de otra forma sería muy costoso contar con ellas.

La interfaz fue lanzada a fines del 2002 y a la fecha cuenta con la información de 4 proyectos, 3 de ellos a nivel nacional y uno regional. Se trata de información a escala 1:250,000 que permite el detalle suficiente para elaborar diagnósticos y propuestas de manejo ambiental. Los temas actualmente disponibles son:

- 1) Análisis del cambio de uso del suelo 1976-1993-2000.
- 2) Cuencas hidrográficas, ángulo de la pendiente, red de drenaje y disección vertical.
- 3) Temas selectos de los medios biofísico y socioeconómico del Atlas del OEGT.
- 4) Ordenamiento Ecológico del Mar de Cortés.

Una característica importante de estas bases de datos, es que han sido desarrolladas como un insumo básico en los proyectos internos del INE, pero también con el propósito de servir a un público más amplio de investigadores y tomadores de decisiones.

Se contempla publicar a corto plazo, la información correspondiente al Relieve de México, la actualización de los indicadores de población con información del 2000, la cartografía del proyecto de la Cuenca Lerma-Chapala y el proyecto Sur-Sureste.

Toda la información cartográfica que está en línea es acompañada de sus metadatos, los cuales cumplen un papel importante para que el usuario de la información cuente con los datos necesarios sobre cómo citar la información, el proceso de elaboración de la cartografía, sus características técnicas, el contacto para solicitarla, etc.

Para los casos del Ordenamiento del Mar de Cortés y el Análisis de Cambio de Uso de Suelo, también se tiene acceso en línea al informe sobre la metodología y los resultados obtenidos en estos proyectos.

Así mismo contamos con una dirección de correo electrónico (mapas@ine.gob.mx) donde recibimos comentarios o dudas de los usuarios, y por medio del cual, pueden formularse solicitudes de las bases de datos en formato digital.

Para la publicación de la información por internet, se utiliza el software comercial ArcIMS de la compañía ESRI. Sin embargo, actualmente se está investigando y trabajando en la futura sustitución de éste por uno de carácter libre, llamado MapServer, desarrollado por la Universidad de Minnessota.

M9-4 CARTEL

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL
ESTADO DE VERACRUZ**

Saldaña Flores Ricardo¹, Del Angel Jorge Arturo² y Miranda
Miranda Ubaldo¹

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas
rsf@iie.org.mx

² Universidad Veracruzana

Con objeto de identificar áreas potenciales para el aprovechamiento de las energías renovables en el Estado de Veracruz y como parte de las actividades para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables (SIGER), la Gerencia de Energías No Convencionales del Instituto de Investigaciones Eléctricas y la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Veracruzana (UV) iniciaron a finales del 2002 la elaboración del capítulo del SIGER para el estado.

A la fecha se cuenta con la plataforma para la incorporación de la información sobre el potencial de los recursos energéticos renovables, teniéndose por ahora disponible en el sistema los mapas de irradiación solar global, directa y difusa obtenidos a partir de estimaciones realizadas cada 5 kilómetros por medio de un modelo climatológico alimentado con información de la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), la topografía con una resolución de 3" de arco (aproximadamente cada 100 metros) elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) con la que se podrán delimitar las cuencas y subcuencas para estimar el potencial microhidráulico. También se cuenta actualmente con información del potencial bioenergético anual a nivel municipal, considerando la producción de biogás, obtenida a partir de información agropecuaria contenida en el VII Censo Agropecuario realizado por el INEGI.

A la información anterior se incorporarán mapas georreferenciados de carreteras y caminos, líneas eléctricas, ríos y otra información complementaria.

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Abdo Loera Farid	GETT-13	115	Aranda Gómez José Jorge	GEOQP-2	105
Abdo Loera Farid	IGRGG-5	137	Aranda Gómez José Jorge	GEOQP-7 CARTEL	107
Aceves Navarro Lorenzo A.	CAC-5	72	Aranda Gómez José Jorge	GETT-6	112
Aceves Navarro Lorenzo A.	CAC-6	72	Aranda Gómez José Jorge	VOLG-21	203
Acosta Chang José Guadalupe	SISG-48	193	Araujo Mendieta Juan	M3-5	229
Acosta Chang José Guadalupe	RP-8	168	Arce Ojeda José Candelario	GEOH-24 CARTEL	93
Acosta Chang José Guadalupe	SISG-50	193	Arciniega A.	VOLG-32 CARTEL	206
Acosta Gurrola Mireya	NAME-10	212	Arellano Gómez Víctor Manuel	VOLG-4	197
Adem Julián	CAC-14	75	Arellano Gómez Víctor Manuel	VOLG-5	197
Adem Julián	CAC-27 CARTEL	79	Argote Denisse	GGA-8	128
Agnew Duncan	SISG-9	180	Argote Espinosa Ma. Luisa	OCE-19	154
Aguayo A.	GGA-11 CARTEL	129	Arizabalo Salas R. Darío	GGP-7	133
Aguayo Camargo J. Eduardo	M3-5	229	Arizabalo Salas R. Darío	GGP-4	131
Aguilar Charles Miguel	M6-13 CARTEL	249	Armienta M.A.	VOLG-1	196
Aguirre Díaz Gerardo J.	GETT-20	118	Armienta M.A.	GGA-11 CARTEL	129
Aguirre Díaz Gerardo J.	GETT-21	119	Armienta M.A.	VOLG-2	196
Aguirre Díaz Gerardo J.	VOLG-20	202	Arredondo Guerrero Pedro	GEOPAL-8	97
Aguirre Estrada Alfredo	SISG-36	189	Arregui Ojeda Sergio Manuel	SISG-51	194
Aguirre Gómez Raúl	M1-1	220	Arreygue Rocha Eleazar	GEOH-10	88
Aguirre Gómez Raúl	M2-1	224	Arreygue Rocha Eleazar	IGRGG-6	138
Aguirre González Jorge	RP-3	166	Arreygue Rocha Eleazar	IGRGG-9	139
Aguirre González Jorge	SISG-17	182	Arreygue Rocha Eleazar	RP-3	166
Aguirre González Jorge	SISG-20	183	Arreygue Rocha Eleazar	RP-14	170
Aguirre González Jorge	SISG-21	184	Arroyo Adriana	SISG-3	178
Aguirre Sáenz Benito	M5-8	240	Arteaga Ramírez Ramón	CAC-5	72
Aguirre Zamarripa Erika	M6-13 CARTEL	249	Arteaga Ramírez Ramón	CAC-6	72
Alaniz Álvarez Susana A.	GETT-12	115	Arvizu Gutiérrez Irving Rafael	GEOQP-7 CARTEL	107
Alaniz Álvarez Susana A.	GETT-22	119	Arzate Flores Jorge A.	IGRGG-15	141
Alaniz Álvarez Susana A.	GETT-23	120	Asch G.	VOLG-32 CARTEL	206
Alaniz Álvarez Susana A.	GETT-32 CARTEL	124	Aste Evans Atilio	SISG-22	184
Alaniz Álvarez Susana A.	SISG-52 CARTEL	194	Avalos D.C.	OCE-38	160
Alarcón Ferreira Ana María	VOLG-23	203	Ávila Olivera Jorge Alejandro	IGRGG-8	138
Alarcón Ferreira Ana María	VOLG-36 CARTEL	207	Avilés López Javier	RP-10	169
Alatorre Zamora Miguel Ángel	GGA-7	128	Axen Gary J.	GETT-14	116
Alatorre Zamora Miguel Ángel	MMG-2	145	Axen Gary J.	GETT-16	117
Alcalá Ochoa Salvador	GEOH-10	88	Ayala Baldenegro Leonardo	M5-2	238
Alcántara Nolasco Leonardo	IGRGG-2	136	Ayala Baldenegro Leonardo	M4-10	234
Alejo Armenta Cástulo	SISG-4	178	Ayala Julián José Luis	M6-5	245
Allende Ma. Eugenia	OCE-20	154	Ayala Pérez Luis Amado	M6-2	244
Almeida Vega Margarita	GEOH-2	85	Backhoff Pohls Miguel Ángel	M7-3	251
Alonso R. Paulino	VOLG-23	203	Badan Dangon Antonio	OCE-23	155
Alquicira Arteaga María Luisa	M5-7	240	Badan Dangon Antonio	OCE-24	156
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-23 CARTEL	102	Baeza Herrera Oswaldo	M5-1	238
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-6	96	Balderrama Castañeda Salvador	M6-14 CARTEL	249
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-7	97	Balderrama Corral Rigoberto	SISG-4	178
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-8	97	Balderrama Corral Rigoberto	SISG-39	189
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-11	98	Bando Murrieta Uriel	CAC-7	72
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-12	98	Bando Murrieta Uriel	CAC-22	77
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-13	99	Bando Murrieta Uriel	CAC-23	78
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-15	99	Bandy William	IGRGG-16 CARTEL	142
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-21 CARTEL	101	Bandy William	GETT-31 CARTEL	123
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-25 CARTEL	103	Bandy William	GETT-15	116
Alva Valdivia Luis	GETT-4	112	Barajas Villalba Manuel	CAC-21	77
Alvarado Molina Juan Baudilio	SED-9 CARTEL	176	Barba Pingarron Luis	GEOPAL-17	100
Alvarado Ortega Jesús	GEOPAL-1	95	Barboza Gudiño Rafael	SISG-52 CARTEL	194
Álvarez Béjar Román	GETT-17	117	Barillas Cruz Edy Manolo	RP-1	165
Álvarez Béjar Román	M1-1	220	Barragán Reyes Rosa María	VOLG-4	197
Álvarez Béjar Román	M3-2	228	Barragán Reyes Rosa María	VOLG-5	197
Álvarez Béjar Román	M8-5	256	Barros Ana P.	NAME-6	211
Álvarez Borrego Saúl	OCE-43	162	Barton Reid Eric Desmond	OCE-4	150
Álvarez González Rosa Margarita	GEOH-20 CARTEL	92	Bastrow Noel	SISG-46	192
Álvarez Pozos Sandra Luz	CAC-5	72	Bautista Belmonte AarónG	EOH-5	86
Álvarez Pozos Sandra Luz	CAC-6	72	Bautista Belmonte AarónM	4-12	235
Álvarez Rodríguez Juan	GEOH-22 CARTEL	92	Bautista Belmonte AarónG	EOH-4	86
Álvarez Román Karina Eileen	CAC-8	73	Beier Emilio	OCE-9	152
Álvarez Román Karina Eileen	OCE-14	153	Beier Emilio	OCE-10	152
Amador Buenrostro Alberto	OCE-4	150	Beier Emilio	OCE-11	152
Amador Buenrostro Alberto	OCE-19	154	Beier Emilio	NAME-13	213
Anatolij Erofeevich Filonov	OCE-44 CARTEL	162	Belmonte Jiménez Salvador	GEOH-4	86
Andreyev N.N.	OCE-44 CARTEL	162	Belmonte Jiménez Salvador	GEOH-5	86
Ángeles Cordero Edgar	M3-5	229	Belmonte Jiménez Salvador	M4-11	235
Antonio Carpio Ricardo G.	MMG-5	146	Belmonte Jiménez Salvador	GEOH-3	85
Antúnez García Joel	SISG-1	178	Belmonte Jiménez Salvador	SISG-35	188
Aragón Arreola Manuel	GETT-8	113	Beltrán Robles Yassem	GEOPAL-1	95
Aragón Arreola Manuel	GETT-9	114	Benammi Mouloud	GEOPAL-26 CARTEL	103
Aragón Sulik Manuel	GEOH-5	86	Bernal Campos Amado	M3-2	228
Aragón Sulik Manuel	M4-11	235	Bernal Campos Amado	M8-5	256
Aragón Sulik Manuel	M4-12	235	Bernal Franco Gladys	NAME-7	212
Aragón Sulik Manuel	GEOH-4	86	Biagi Pier Francesco	RP-12	170
Araiza Verdugo Raúl Alberto	M4-14 CARTEL	235	Bigot Cormier Florence	GETT-15	116

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Alch Andria	SISG-11	180	Castelán P. Gilberto	VOLG-36 CARTEL	207
Alciacchi Giraldo Gianfranco	RP-13	170	Castillo Aja Rocío	RP-5	167
Alonso Betancourt Rafael	OCE-37	160	Castillo Aja Rocío	RP-4	166
Alonso Jorge	GEOPAL-17	100	Castillo Ramírez Armando	CAC-22	77
Alonso Gerardo	M9-3 CARTEL	260	Castillo Romano Cervando	M4-13	235
Alonso Yehuda	SISG-9	180	Castro Escamilla Raúl	GETT-2	111
Alonso Paul	SISG-11	180	Castro Escamilla Raúl	SISG-18	183
Alonso Harald	GEOQP-4	106	Castro Escamilla Raúl	SISG-41	190
Alonso Harald	GEOPAL-4	96	Castro Escamilla Raúl	SISG-47	192
Alonso Harald	GEOPAL-9	97	Castro Jonathan	VOLG-28	205
Alonso Harald	GEOPAL-10	98	Castro López Jorge	OCE-41	161
Alonso Crevenna Recaséns Andrea	M1-6	222	Castro Valdez Rubén	NAME-13	213
Alonso Jacques	GETT-15	116	Castro Valdez Rubén	OCE-6	151
Alonso Jacques	GETT-31 CARTEL	123	Castro Valdez Rubén	CAC-28 CARTEL	79
Alonso Ochoa Jesús	MMG-12 CARTEL	148	Cavazos Lliteras Heberto	M2-2	224
Alonso Cabrera José Luis	CAC-1	71	Cavazos Tereza	NAME-14	214
Alonso Castillero Julián	SISG-5	178	Cavazos Tovar José Guadalupe	GEOQP-7 CARTEL	107
Alonso Castillero Julián	SISG-6	179	Ceniceros N.	GGA-11 CARTEL	129
Alonso Solís-Cámara Aurora	M4-15 CARTEL	236	Cerca Martínez Mariano	GEOH-22 CARTEL	92
Alonso Solís-Cámara Aurora	M4-14 CARTEL	235	Cerca Martínez Mariano	IGRGG-17 CARTEL	142
Alonso Bremer Martín	M7-2	251	Cerca Martínez Mariano	GETT-27 CARTEL	122
Alonso Bremer Martín	M4-6	233	Cerca Martínez Mariano	GETT-30 CARTEL	123
Alonso Zepeda Jorge	M4-13	235	Cerca Martínez Mariano	VOLG-11	199
Alonso González Mauricio	VOLG-11	199	Cerca Martínez Mariano	VOLG-13	200
Alonso González Mauricio	VOLG-33 CARTEL	206	Cerca Martínez Mariano	CE-26	156
Alonso González Mauricio	VOLG-35 CARTEL	207	Cerca Martínez Mariano	CE-42	161
Alonso Rábago Nora L.	M5-5	239	Cerca Martínez Mariano	GETT-15	116
Alonso James	RP-11	169	Chabert Anne	GEOPAL-26 CARTEL	103
Alonso Boris	SISG-33	187	Chalmance Yaowalak	GGA-2	126
Alonso Igor	M6-7	246	Chale Geyser	VOLG-23	203
Alonso Igor	M8-9 CARTEL	257	Chan Alfredo	VOLG-27	205
Alonso Sergey	OCE-31	158	Charpentier Isabelle	GEOPAL-25 CARTEL	103
Alonso Rendón Jesús	M4-14 CARTEL	235	Chauvin Annick	GEOH-1	85
Alonso Roger	GEOPAL-4	96	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-8	97
Alonso Miranda Cecilia	GEOPAL-7	97	Chávez Aguirre Rafael	GGA-3	126
Alonso Miranda Cecilia	GEOPAL-5	96	Chávez Aguirre Rafael	IGRGG-14	141
Alonso Cano Enrique	SISG-15	182	Chávez Aguirre Rafael	M5-8	240
Alonso Cano Enrique	VOLG-26	204	Chávez Aguirre Rafael	GEOQP-2	105
Alonso Santos Ernesto	CAC-3	71	Chávez Aguirre Rafael	GEOQP-7 CARTEL	107
Alonso Thierry	GETT-15	116	Chávez Aguirre Rafael	GETT-5	112
Alonso Thierry	GETT-31 CARTEL	123	Chávez Aguirre Rafael	GETT-6	112
Alonso Ibar Víctor	M4-3	231	Chávez Aguirre Rafael	GEOH-17 CARTEL	90
Alonso Ibar Víctor	M2-4	225	Chávez Aguirre Rafael	M8-1	255
Alonso López Edgar	M4-10	234	Chávez Aguirre Rafael	GGA-8	128
Alonso López Edgar	M5-2	238	Chávez Aguirre Rafael	GEOH-1	85
Alonso Artigas Rafael	IGRGG-7	138	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-8	97
Alonso M. Encarnación	GGA-8	128	Chávez Aguirre Rafael	GGA-3	126
Alonso García MiguelS	ISG-30	187	Chávez Aguirre Rafael	IGRGG-14	141
Alonso García MiguelS	ISG-23	184	Chávez Aguirre Rafael	M5-8	240
Alonso Enríquez José Oscar	GGP-7	133	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-20 CARTEL	101
Alonso Enríquez José Oscar	GGP-4	131	Chávez Aguirre Rafael	GGP-3	131
Alonso Enríquez José Oscar	GEOH-3	85	Chávez Aguirre Rafael	GGP-9 CARTEL	134
Alonso Enríquez José Oscar	GGA-7	128	Chávez Aguirre Rafael	SISG-7	179
Alonso Enríquez José Oscar	MMG-2	145	Chávez Aguirre Rafael	VOLG-32 CARTEL	206
Alonso Enríquez José Oscar	GEOPAL-24 CARTEL	102	Chávez Aguirre Rafael	NAME-9	212
Alonso Enríquez José Oscar	GGP-10 CARTEL	134	Chávez Aguirre Rafael	IGRGG-15	141
Alonso Pantoja Gybram J.	RP-5	167	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-16	99
Alonso Pérez Julio	OCE-23	155	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-19 CARTEL	100
Alonso Pérez Julio	OCE-24	156	Chávez Aguirre Rafael	SISG-25	185
Alonso Raúl	OCE-37	160	Chávez Aguirre Rafael	SISG-24	185
Alonso Tapia Edgardo	GEOPAL-14	99	Chávez Aguirre Rafael	SISG-26	185
Alonso Tapia Edgardo	VOLG-28	205	Chávez Aguirre Rafael	SISG-28	186
Alonso Cañuta Jorge Manuel	MMG-1	145	Chávez Aguirre Rafael	IGRGG-10	139
Alonso Filograsso Luis A.	GEOH-23 CARTEL	93	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-6	96
Alonso Pérez Noel	OCE-32	158	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-21 CARTEL	101
Alonso Pérez Noel	OCE-34	159	Chávez Aguirre Rafael	GETT-4	112
Alonso Monroy Caridad	SISG-27	186	Chávez Aguirre Rafael	GETT-30 CARTEL	123
Alonso Villegas Jaime	SISG-37	189	Chávez Aguirre Rafael	CAC-1	71
Alonso Jiménez Estela	M2-8	226	Chávez Aguirre Rafael	CAC-18	76
Alonso Núñez Gerardo	VOLG-25	204	Chávez Aguirre Rafael	CAC-19	76
Alonso Freyre Dora Celia	GEOH-22 CARTEL	92	Chávez Aguirre Rafael	CAC-17	75
Alonso Hernández Enrique	M6-10 CARTEL	247	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-4	96
Alonso Hernández Enrique	M6-11 CARTEL	248	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-22 CARTEL	101
Alonso Nieto Héctor	GGA-1	126	Chávez Aguirre Rafael	CAC-2	71
Alonso Beltrán José	M4-3	231	Chávez Aguirre Rafael	GETT-10	114
Alonso García Ma. Antonia	VOLG-2	196	Chávez Aguirre Rafael	SISG-41	190
Alonso González Silvia	M2-2	224	Chávez Aguirre Rafael	MMG-9	147
Alonso González Silvia	M4-1	231	Chávez Aguirre Rafael	VOLG-36 CARTEL	207
Alonso González Silvia	IGRGG-7	138	Chávez Aguirre Rafael	RP-5	167
Alonso P. Gilberto	VOLG-23	203	Chávez Aguirre Rafael	OCE-47 CARTEL	163

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Coronado Méndez César Alfonso	OCE-41	161	Esparza Hernández Francisco J.	EDU-5	82
Correa Mora Francisco	SISG-15	182	Esparza Hernández Francisco J.	MMG-6	146
Correa Mora Francisco	VOLG-26	204	Espíndola Castro Juan Manuel	VOLG-22	203
Correa Sandra	M7-2	251	Espíndola Castro Juan Manuel	VOLG-27	205
Cortés Cortés Abel	VOLG-11	199	Espinosa Cardeña Juan Manuel	MMG-3	145
Cortés Cortés Abel	VOLG-15	201	Espinosa Cardeña Juan Manuel	SED-2	173
Cortés Cortés Abel	VOLG-18	201	Espinosa E.	GGA-11 CARTEL	129
Cosío López Migue Ángel	OCE-1	150	Esquivel Esquivel Nora Elizabeth	M9-3 CARTEL	260
Cosío Omar	M4-15 CARTEL	236	Estrada Aguilar Elia Minerva	M5-4	239
Cossío Torres Tomás	GEOQP-7 CARTEL	107	Estrada Porrúa Francisco	CAC-18	76
Cossío Torres Tomás	GETT-6	112	Farfán Luis M.	OCE-42	161
Cram Heydrich Silke	GEOQP-8 CARTEL	108	Farfán Luis M.	NAME-2	210
Cram Heydrich Silke	M2-8	226	Farfán Sánchez Francisco	SISG-37	189
Cruz Falcón Arturo	GGA-9	128	Farfán Sánchez Francisco	SISG-51	194
Cruz Mendiola José Luis	GEOQP-8 CARTEL	108	Farreras Sanz Salvador	RP-2	165
Cruz O.	GGA-11 CARTEL	129	Favela Tapia Erika	M6-11 CARTEL	248
Cruz Pastrana Daniela	CAC-16	75	Félix Romero Saby Gabriela	SISG-44	191
Cruz Ríos Carlos	MMG-9	147	Fernández Lomeli Pilar	M2-8	226
Cuenca Sánchez Jorge H.	GETT-28 CARTEL	122	Fernández Ramírez SixtoR	P-9	169
Cuenca Sánchez Julio	GETT-28 CARTEL	122	Ferrari Luca	GETT-19	118
Cuevas García Gabriela	M9-3 CARTEL	260	Ferrari Luca	GETT-24	120
Daesslé Heuser Luis Walter	M4-3	231	Ferrari Luca	GETT-27 CARTEL	122
Dávalos Álvarez Oscar G.	GETT-22	119	Ferrari Luca	IGRGG-17 CARTEL	142
Dávalos Álvarez Oscar G.	GETT-32 CARTEL	124	Ferrari Luca	TSSZ-3	217
Dávila Aranda Patricia Dolores	M1-5	221	Ferreira López Omar	GEOPAL-11	98
Dawson P.	VOLG-32 CARTEL	206	Ferrer Perdomo Rosa María	CAC-19	76
De la Cruz Hernández Lisette	M4-9	234	Figueroa González Julio César	OCE-2	150
De la Garza Rodrigo	SISG-46	192	Filatov Denis	SISG-8	179
De la Luz Santacruz Elier	IGRGG-2	136	Filonov Erofeevich AnatoliyErofeevich Anatoliy	OCE-38	160
Del Ángel Jorge Arturo	M9-4 CARTEL	261	Filonov Erofeevich AnatoliyErofeevich Anatoliy	EDU-7 CARTEL	83
Del Margo Maya	SED-1	173	Filonov Erofeevich Anatoliy	OCE-8	151
Del Valle García Raúl	GGP-1	131	Filonov Erofeevich Anatoliy	OCE-45 CARTEL	162
Delgadillo Francisco	OCE-37	160	Fischer Karen M.	SISG-25	185
Delgado Argote Luis A.	GEOQP-4	106	Fletcher John M.	GETT-11	114
Delgado Argote Luis A.	GEOPAL-10	98	Fletcher John M.	GETT-14	116
Delgado Argote Luis A.	GEOPAL-9	97	Fletcher John M.	GETT-16	117
Delgado Argote Luis A.	GEOQP-6 CARTEL	107	Flores de Dios González Luis Antonio	M7-7 CARTEL	253
Delgado Argote Luis A.	GETT-9	114	Flores Garnica J. Germán	M6-1	244
Delgado Rodríguez Omar	GGA-5	127	Flores Garnica J. Germán	M6-5	245
Delgado Rodríguez Omar	GGA-6	127	Flores Garnica J. Germán	M6-6	246
DeMets Charles	SISG-12	181	Flores Morales Ana Laura	OCE-12	152
DeMets Charles	SISG-15	182	Flores Vidal Xavier	OCE-36	159
Denux Jean Phillipe	M4-1	231	Flores Vidal Xavier	OCE-41	161
DeRosier Sara	TSSZ-2	217	Franco Rubio Miguel	GETT-4	112
Deutsch Steffi	GEOH-17 CARTEL	90	Franco Sánchez Sara Ivonne	SISG-13	181
Díaz Cervantes Edel	GEOH-11	88	Franco Sánchez Sara Ivonne	SISG-14	181
Díaz Cervantes Edel	GEOH-15	90	Frausto Martínez Oscar	GEOH-17 CARTEL	90
Díaz Fernández Esperanza	M8-1	255	Frausto Martínez Oscar	GGA-2	126
Díaz López José ManuelG	GP-6	132	Frez Cárdenas José	SISG-37	189
Díaz Molina Oscar	IGRGG-16 CARTEL	142	Frez Cárdenas José	SISG-48	193
Díaz Molina Oscar	IGRGG-15	141	Frez Cárdenas José	MMG-7	146
Díaz Torres José de Jesús	RP-7	168	Frias Camacho V.M.	GEOQP-4	106
Díaz Viera Martín	GEOH-8	87	Fritz Bertrand	IGRGG-10	139
Dixon Timothy H.	VOLG-26	204	Fuentes Valdivia José Juan	OCE-26	156
Domínguez Leobardo	SISG-46	192	Galicia Pérez Marco A.	OCE-33	159
Domínguez Reyes Tonatiuh	IGRGG-18 CARTEL	142	Galicia Pérez Marco A.	OCE-34	159
Domínguez Reyes Tonatiuh	VOLG-11	199	Gallegos García ArtemioO	CE-15	153
Domínguez Reyes Tonatiuh	VOLG-33 CARTEL	206	Gallegos García ArtemioM	2-5	225
Domínguez Reyes Tonatiuh	VOLG-35 CARTEL	207	Gallegos García ArtemioM	2-6	225
Domínguez Reyes Tonatiuh	SISG-32	187	Gallegos García ArtemioM	2-7	225
Dorsey Rebecca J.	GETT-10	114	Gallipoli María Rosaría	SISG-41	190
Douglas Michael	NAME-3	210	Galván Iván	IGRGG-15	141
Douglas Michael	NAME-13	213	Gálvez Valdez Jesús Oscar	SISG-51	194
Dragert Herb	SISG-11	180	Gámez González Francisco J.	GEOH-22 CARTEL	92
Duplay Joëlle	IGRGG-11	140	Gamio Carlos	MMG-4	146
Durán Díaz Ángel	M6-8	247	Garatuza Payán Jaime	CAC-21	77
Durazo Arvizu Reginaldo	CAC-28 CARTEL	79	Garatuza Payán Jaime	NAME-11	213
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-2	150	Garatuza Payán Jaime	M4-4	232
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-6	151	Garatuza Payán Jaime	M4-5	232
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-3	150	Garatuza Payán Jaime	M4-7	233
Dworak Robinson Juan Adolfo	OCE-39	160	García Abdeslem Juan	GGP-8	133
Dymont Jérôme	GETT-31 CARTEL	123	García Abdeslem Juan	MMG-1	145
Dymont Jérôme	GETT-15	116	García Abdeslem Juan	MMG-3	145
Eakin Shepard Hallie	CAC-18	76	García Abdeslem Juan	MMG-11 CARTEL	148
Eastoe Christopher	NAME-11	213	García Arthur Rosalía	SISG-37	189
Eguiluz de Antuñano Samuel	SED-9 CARTEL	176	García Barrios Raúl	M1-6	222
Elders Wilfred	SED-2	173	García Becerra Enrique	RP-5	167
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	GETT-7	113	García Chan Néstor	OCE-31	158
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	IGRGG-12	140	García Córdoba JoaquínO	CE-10	152
Escobar Sánchez Juana Elia	GEOQP-9 CARTEL	108	García Córdoba JoaquínO	CE-11	152

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
García Córdova Joaquín	OCE-4	150	Gómez Valdés José	OCE-39	160
García Córdova Joaquín	OCE-9	152	Gómez-Tagle Chávez Alberto	M8-1	255
García García Fernando	CAC-24	78	Gómez-Tagle Rojas Alberto F.	M8-1	255
García García Fernando	CAC-25	78	González Avilés Leticia	M4-8	233
García García Fernando	EDU-4	82	González Cantú Javier	GEOH-1	85
García Gutiérrez Alfonso	VOLG-6	197	González Cantú Javier	GGA-3	126
García López Ramón V.	SISG-4	178	González Cantú Javier	IGRGG-14	141
García López Ramón V.	SISG-10	180	González Cantú Javier	M5-8	240
García Ortega Gabriela	M7-3	251	González Cervantes Norma	GETT-24	120
García Palomo Armando	GGA-10 CARTEL	129	González Chávez José Luz	GEOQP-8 CARTEL	108
García Pérez Frank	EDU-1	81	González Escobar Mario	SISG-36	189
García Quintero Janet	GEOQP-7 CARTEL	107	González Escobar Mario	SISG-43	191
Garduño Hernández Luisa Noemí	SISG-21	184	González Fernández Antonio	GETT-14	116
Garduño López René	CAC-16	75	González Fernández Antonio	GETT-16	117
Garduño Monroy Víctor Hugo	GEOH-10	88	González García José Javier	SISG-9	180
Garduño Monroy Víctor Hugo	GETT-25	121	González García José Javier	M8-3	255
Garduño Monroy Víctor Hugo	GETT-26	121	González González Rodrigo	SISG-19	183
Garduño Monroy Víctor Hugo	GGA-1	126	González Navarro J. Ignacio	OCE-35	159
Garduño Monroy Víctor Hugo	IGRGG-6	138	González Pomposo Guillermo Jorge	EDU-1	81
Garduño Monroy Víctor Hugo	IGRGG-8	138	González Pomposo Guillermo Jorge	IGRGG-2	136
Garduño Monroy Víctor Hugo	IGRGG-9	139	González Pomposo Guillermo Jorge	SISG-44	191
Garduño Monroy Víctor Hugo	RP-14	170	González Rangel José Antonio	GEOPAL-7	97
Garduño Monroy Víctor Hugo	RP-3	166	González Rangel José Antonio	GEOPAL-6	96
Gasca Herrera Ángel Eduardo	M4-2	231	González Rodríguez Eduardo	OCE-1	150
Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VOLG-16	201	González Rodríguez Laura	IGRGG-7	138
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-25	156	González Sosa Enrique	CAC-15	75
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-33	159	González Tomás	GEOPAL-20 CARTEL	101
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-34	159	Gordeev Evgenii	RP-12	170
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-32	158	Gorman Andrew R.	GETT-14	116
Gay García Carlos	CAC-1	71	Gradilla Martínez Luis	GEOQP-6 CARTEL	107
Gay García Carlos	CAC-18	76	Gratton Martín	GEOPAL-15	99
Gay Michel	M4-1	231	Grebennikov Alexandre	MMG-4	146
Genrich Joachim	SISG-9	180	Grijalva Montoya Adrián	GRGG-13	140
Gerardo Suárez Luis	GEOH-12	89	Grijalva Montoya Adrián	ED-8 CARTEL	176
Geraud Yves	IGRGG-11	140	Grijalva Noriega Francisco Javier	GEOH-16	90
Gerya Taras	TSSZ-2	217	Grijalva Noriega Francisco Javier	EDU-2	81
Giese Steffen	GEOH-17 CARTEL	90	Grijalva Noriega Francisco Javier	SED-8 CARTEL	176
Giese Steffen	GGA-2	126	Grimalsky Vladimir	M7-5 CARTEL	252
Gil Silva Eduardo	CAC-28 CARTEL	79	Grimalsky Vladimir	M7-4 CARTEL	252
Giner Solórzano Alma Edelwaiss	SED-4	174	Grimalsky Vladimir	M7-6 CARTEL	252
Giraolo Luigi	RP-13	170	Grove Marty	GEOQP-1	105
Girdler S.	GEOPAL-21 CARTEL	101	Grove Marty	GETT-11	114
Gochis David	NAME-11	213	Grove Marty	GETT-13	115
Godínez Calderón María de Lourdes	VOLG-27	205	Guerra Coblán Víctor Hugo	M4-6	233
Godínez Orta Lucio	SED-7	175	Guerra Martínez Verónica	M6-2	244
Godínez Orta Lucio	M2-3	224	Guerrero Grajeda José	GEOH-20 CARTEL	92
Godínez Sandoval Víctor	OCE-10	152	Guerrero X.	GEOPAL-5	96
Godínez Sandoval Víctor	OCE-11	152	Guest Peter	NAME-13	213
Godínez Sandoval Víctor	OCE-9	152	Guevara Ortiz Enrique	VOLG-23	203
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-5	96	Guevara Ortiz Enrique	VOLG-36 CARTEL	207
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-6	96	Guinovart Díaz Raúl	SISG-5	178
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-7	97	Guinovart Díaz Raúl	SISG-6	179
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-8	97	Gurrola Navarro Marco Antonio	OCE-45 CARTEL	162
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-11	98	Gutiérrez Arvizu Irving	GETT-5	112
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-12	98	Guzmán Speziale MarcoS	ISG-16	182
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-13	99	Guzmán Speziale MarcoS	ISG-33	187
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-14	99	Guzmán Speziale MarcoS	ISG-52 CARTEL	194
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-15	99	Hahmann Andrea	NAME-16 CARTEL	214
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-20 CARTEL	101	Hansen Anne M.	GGA-4	127
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-21 CARTEL	101	Harding Alistair J.	GETT-14	116
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-22 CARTEL	101	Harding Alistair J.	GETT-16	117
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-23 CARTEL	102	Harrison T. Mark	GEOQP-1	105
GogichaishviliGogichaishvili Avto	GEOPAL-25 CARTEL	103	Hayakawa M.	M7-5 CARTEL	252
Gomberg Joan	SISG-11	180	Herguera García Juan Carlos	NAME-7	212
Gómez Domínguez Sandra Gpe.	M1-2	220	Herguera García Juan Carlos	GETT-10	114
Gómez González Juan Martín	GETT-32 CARTEL	124	Hernán Flores J.	GGP-4	131
Gómez González Juan Martín	SISG-33	187	Hernández Bernal María del Sol	GETT-24	120
Gómez González Juan Martín	SISG-52 CARTEL	194	Hernández Bernal María del Sol	GEOQP-3	105
Gómez Ramírez Mario	CAC-8	73	Hernández Bernal María del Sol	GEOQP-10 CARTEL	109
Gómez Ramírez Mario	OCE-14	153	Hernández Carrillo Nohemí	CAC-25	78
Gómez Treviño Enrique	EDU-3	81	Hernández Escobedo Luis	M3-3	228
Gómez Treviño Enrique	EDU-5	82	Hernández Escobedo Luis	M3-4	229
Gómez Treviño Enrique	MMG-6	146	Hernández Madrigal Víctor Manuel	IGRGG-9	139
Gómez Treviño Enrique	SISG-50	193	Hernández Marín Martín	GEOH-22 CARTEL	92
Gómez Valdés José	NAME-13	213	Hernández Mexicano Gloria	SISG-34	188
Gómez Valdés José	OCE-5	151	Hernández Moreno Mayra Mónica	M6-3	245
Gómez Valdés José	OCE-7	151	Hernández Moreno Mayra Mónica	M6-8	247
Gómez Valdés José	OCE-9	152	Hernández Ordóñez Rodrigo	GEOPAL-16	99
Gómez Valdés José	OCE-10	152	Hernández Quintero Juan Esteban	GEOPAL-19 CARTEL	100
Gómez Valdés José	OCE-11	152	Hernández Quintero Juan Esteban	GEOPAL-16	99

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Hernández Quintero Juan Esteban	GEOPAL-24 CARTEL	102	Larson Kristine	SISG-11	180
Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-3	105	Larson Kristine	SISG-13	181
Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-10 CARTEL	109	Larson Kristine	SISG-14	181
Hernández Walls Rafael	OCE-18	154	Lavín M.F.	OCE-10	152
Herre Andrea	GEOQP-10 CARTEL	109	Lavín M.F.	NAME-13	213
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-3	85	Lavín M.F.	OCE-9	152
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-11	88	Lavín M.F.	OCE-11	152
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-12	89	Lázaro Mancilla Octavio	GEOH-6	86
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-13	89	Lázaro Mancilla Octavio	GEOH-7	87
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-14	89	Leal Lupercio Juan Carlos	NAME-11	213
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-15	90	Lecuanda Raymundo	M2-5	225
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-23 CARTEL	93	Legg Mark R.	GETT-29 CARTEL	122
Herrera Cervantes Hugo	OCE-1	150	Lermo Samaniego Javier	SISG-42	191
Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-8	87	Lettenmaier Dennis	NAME-14	214
Hickman Carole S.	SED-3	174	Ley García Judith	M5-3	238
Hincapie Jaime	SISG-46	192	Leyva Contreras Amando	RP-13	170
Hinojosa Corona Alejandro	M8-8 CARTEL	257	Limón González Mario	M3-1	228
Hinojosa Larios José Ángel	OCE-26	156	Linares López Carlos	GEOQP-5	107
Hollbrook W. Steven	GETT-14	116	Lira Prera Estuardo Enrique	RP-1	165
Hollbrook W. Steven	GETT-16	117	Lizano R. Omar G.	OCE-28	157
Hori Ochoa María del Consuelo	M6-9	247	Lizárraga Celaya Carlos	M1-3	220
Hori Ochoa María del Consuelo	M7-2	251	Lizarralde Daniel	GETT-14	116
Hotyat Micheline	M5-7	240	Lizarralde Daniel	GETT-16	117
Hudnut Ken	SISG-9	180	Lizcano Iván	M1-3	220
Hueda Tanabe Y.	GEOPAL-5	96	Lobato Sánchez René	NAME-15	214
Hurlburt Harley E.	OCE-17	154	López Cruz-Abeyro José	GEOPAL-18	100
Ibarra Torúa Gema Karina	RP-8	168	López Cruz-Abeyro José	GEOPAL-27 CARTEL	103
Iglesias Mendoza Arturo S.	ISG-13	181	López Cruz-Abeyro José	M7-5 CARTEL	252
Iglesias Rodríguez Eduardo	VOLG-7	197	López Cruz-Abeyro José	M7-6 CARTEL	252
Iglesias Rodríguez Eduardo	VOLG-3	196	López Forment Martha	SED-3	174
Incoronato A.	GEOPAL-22 CARTEL	101	López Galindo Francisco	M6-8	247
Ingle James C. Jr.	SED-1	173	López García Rodrigo	IGRGG-12	140
Inguaggiato Salvatore	VOLG-19	202	López Guzmán Minerva	MMG-11 CARTEL	148
Inguaggiato Salvatore	VOLG-30 CARTEL	205	López Loera Héctor	VOLG-21	203
Inzunza Romero Luis	SISG-47	192	López Mariscal Manuel	OCE-21	155
Inzunza Romero Luis	SISG-51	194	López Mariscal Manuel	OCE-22	155
Irigoyen Soto Manuel	IGRGG-14	141	López Martínez Margarita	GETT-24	120
Irigoyen Soto Manuel	M5-8	240	López Martínez Margarita	GETT-27 CARTEL	122
Iriondo A.	GEOQP-2	105	López Moreno Manuel	SISG-4	178
Israde Alcántara Isabel	GETT-25	121	López Pineda Leobardo	SISG-38	189
Ivanova Dorothea	NAME-13	213	López Ramírez David	RP-5	167
Jacobo Albarrán Jorge	GETT-24	120	Lora de la Fuente Carlos	GEOPAL-16	99
Jaeger Jean Jacques	GEOPAL-26 CARTEL	103	Lovera M. Oscar	GEOQP-1	105
Jaimes Viera M. del Carmen	VOLG-20	202	Lowry Anthony	SISG-13	181
Jáuregui Ostos Ernesto	CAC-20	76	Lowry Anthony	SISG-14	181
Jenchen Uwe	SED-6	175	Lozada Zumaeta M. Manuel	GGP-4	131
Jenchen Uwe	SED-9 CARTEL	176	Lozada Zumaeta M. Manuel	GGP-5	132
Jerónimo Moreno Gilberto	OCE-5	151	Lozada Zumaeta M. Manuel	GGP-7	133
Jerónimo Moreno Gilberto	OCE-7	151	Lozada Zumaeta M. Manuel	GGP-10 CARTEL	134
Jiménez Barroso Janet	IGRGG-2	136	Lozano García Fabián	M4-6	233
Jiménez Barroso Janet	SISG-44	191	Lozano García Fabián	M6-9	247
Jiménez Fernández Eduardo	RP-9	169	Lozano García Fabián	M6-13 CARTEL	249
Jiménez Lagunes Alejandro	NAME-11	213	Lozano García Fabián	M7-2	251
Johnson Richard H.	NAME-9	212	Lozano Santacruz Rufino	GGA-1	126
Jorquera Flores Doris Nathalie	GEOH-2	85	Lozano Santacruz Rufino	VOLG-20	202
Kent Graham M.	GETT-16	117	Lozano Santamaría Rufino	GEOQP-5	107
Kent Graham M.	GETT-14	116	Luna González Laura	GEOH-22 CARTEL	92
Kimbrough David L.	GETT-13	115	Luyando López Elda	EDU-4	82
Kimbrough David L.	GETT-11	114	Maddox Robert	NAME-1	210
Konstantin Vasilievich Konyaev	OCE-44 CARTEL	162	Madrigal Rubio Rafael	GGA-3	126
Koshevaya Svetlana	M7-5 CARTEL	252	Magaldi Hermosillo Adolfo	CAC-3	71
Koshevaya Svetlana	M1-7 CARTEL	222	Magaña García María del Pilar	GGA-10 CARTEL	129
Koshevaya Svetlana	M7-6 CARTEL	252	Magaña Rueda Víctor	CAC-11	74
Kostoglodov Vladimir	GETT-18	118	Magaña Rueda Víctor	CAC-13	74
Kostoglodov Vladimir	SISG-13	181	Magaña Rueda Víctor	CAC-3	71
Kostoglodov Vladimir	SISG-14	181	Magaña Rueda Víctor	CAC-9	73
Kostoglodov Vladimir	TSSZ-5	218	Malagón Montalvo Arturo	IGRGG-1	136
Kotsarenko Anatolij	M7-5 CARTEL	252	Malagón Montalvo Arturo	IGRGG-4	137
Kotsarenko Anatolij	M7-6 CARTEL	252	Malagón Montalvo Arturo	RP-6	167
Kotsarenko Anatolij	GEOPAL-18	100	Manca Marina	GETT-18	118
Kotsarenko Anatolij	GEOPAL-27 CARTEL	103	Manca Marina	TSSZ-5	218
Kousoub Nikolai	GGP-5	132	Manca Vlad Constantin	TSSZ-5	218
Kursinski Rob	NAME-16 CARTEL	214	Manca Vlad Constantin	GETT-18	118
Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-11	88	Manríquez López Manuel Iván	SISG-50	193
Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-12	89	Manzo Delgado Lilia	M1-1	220
Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-13	89	Marinone Moschetto Silvio Guido	OCE-12	152
Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-14	89	Márquez Azua Bertha	SISG-12	181
Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-15	90	Márquez Azúa Bertha	SISG-15	182
Lafon Terrazas Alberto	M6-10 CARTEL	247	Márquez García Erik	M2-5	225
Lanza R.	GEOPAL-20 CARTEL	101	Márquez García Erik	M2-6	225

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Márquez García Erik	M2-7	225	Montes Hernández Germán	IGRGG-10	139
Márquez Ramírez Víctor H.	SISG-29	186	Montes Hernández Germán	IGRGG-11	140
Márquez Ramírez Víctor H.	SISG-31	187	Montes Hugo Martín Alejandro	OCE-43	162
Márquez Rojas Álvaro	IGRGG-12	140	Montesinos Silva Genaro	CAC-12	74
Martín Atienza Beatriz	GETT-16	117	Montijo González Alejandra	IGRGG-13	140
Martín Atienza Beatriz	MMG-10 CARTEL	147	Montijo González Alejandra	SED-8 CARTEL	176
Martín Barajas Arturo	GETT-8	113	Monzón O. César	OCE-38	160
Martín Barajas Arturo	GETT-10	114	Monzón O. César	EDU-7 CARTEL	83
Martín Barajas Arturo	SED-2	173	Mora González Ignacio	CAC-29 CARTEL	79
Martínez Ángeles Raymundo	M3-3	228	Mora González Ignacio	SISG-42	191
Martínez Ángeles Raymundo	M3-4	229	Mora González Ignacio	VOLG-36 CARTEL	207
Martínez B. Alicia	VOLG-23	203	Moraila Valenzuela Carlos Ramón	SISG-4	178
Martínez Díaz de León Asdrúbal	OCE-46 CARTEL	162	Moraila Valenzuela Carlos Ramón	SISG-10	180
Martínez Estrella J. Ignacio	VOLG-3	196	Morales Acoltiz Tomás	CAC-2	71
Martínez Flores Emilio	IGRGG-17 CARTEL	142	Morales Contreras Juan Julio	GEOQP-3	105
Martínez Flores Guillermo	SED-7	175	Morales Contreras Juan Julio	GEOQP-10 CARTEL	109
Martínez Flores Guillermo	M2-3	224	Morales Godoy Héctor	SISG-50	193
Martínez Gutiérrez Genaro	GEOH-24 CARTEL	93	Morales Juan	GEOPAL-13	99
Martínez Gutiérrez Genaro	M4-14 CARTEL	235	Morales Juan	GEOPAL-14	99
Martínez Gutiérrez Genaro	M4-15 CARTEL	236	Morales Juan	GEOPAL-15	99
Martínez Mirón Yleana	OCE-35	159	Morales Montañón Mariano	GEOH-16	90
Martínez Morales Manuel	M4-13	235	Morales Rosas José Manuel	VOLG-7	197
Martínez Reyes Juvenino	GEOH-18 CARTEL	91	Morandi Soana María Teresa	GETT-9	114
Martínez Reyes Juvenino	GEOH-19 CARTEL	91	Morett Alatorre Luis	GEOPAL-17	100
Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-3	105	Morey Steven L.	OCE-27	157
Las Caussel Jean-Francois	M8-4	256	Morquecho Zamarripa César	VOLG-23	203
Mascarenhas Affonso	CAC-28 CARTEL	79	Morquecho Zamarripa César	VOLG-36 CARTEL	207
Mascarenhas Affonso	NAME-13	213	Mortera Gutierrez Carlos	GETT-15	116
Mayer Geraldo Sergio	SISG-36	189	Mortera Gutierrez Carlos	GETT-31 CARTEL	123
McNoldy Brian D.	NAME-9	212	Mortera Gutierrez Carlos	IGRGG-16 CARTEL	142
Mejía John	NAME-3	210	Morton Bermea Ofelia	GEOQP-2	105
Mejía Trejo Adán	OCE-37	160	Morton Bermea Ofelia	GEOQP-5	107
Méndez Figueroa Ignacio	SISG-37	189	Morton Bermea Ofelia	GEOPAL-22 CARTEL	101
Méndez Figueroa Ignacio	SISG-51	194	Mostinski Alexandre	SISG-33	187
Méndez Pérez Juan Matías	CAC-3	71	Mousatov X. Aleksandr	GGA-5	127
Méndez Pérez Juan Matías	CAC-9	73	Mucciarelli Marco	SISG-41	190
Méndez Sánchez José Guadalupe	GGP-6	132	Munguía Orozco Luis	SISG-36	189
Méndez Sánchez José Guadalupe	M3-1	228	Munguía Orozco Luis	SISG-43	191
Mendoza C. Víctor	CAC-14	75	Muñiz Jáuregui Jesús Arturo	RP-5	167
Mendoza C. Víctor	CAC-27 CARTEL	79	Muñoz Iniestra Daniel	M6-8	247
Mendoza Cázares Edgar Yuri	GEOH-8	87	Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-14	89
Mendoza Cervantes Kerén	GEOPAL-3	95	Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-11	88
Mendoza Cervantes Kerén	GEOPAL-17	100	Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-12	89
Mendoza Espinosa Leopoldo	M4-3	231	Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-13	89
Mendoza Espinosa Leopoldo	OCE-37	160	Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-15	90
Mendoza Fernández Jesús Ricardo	M6-11 CARTEL	248	Murillo Javier	NAME-3	210
Mendoza Juan A.	SISG-38	189	Murillo Sánchez Eréndira	M4-6	233
Mendoza Trasviña Alejandra	M4-15 CARTEL	236	Murrieta Hernández José Luis	VOLG-36 CARTEL	207
Mendoza Uribe Indalecio	NAME-15	214	Nájera Cedillo M. Cecilia	CAC-26	78
Metzger E. Joseph	OCE-17	154	Natividad Baizabal Miguel Ángel	CAC-7	72
Mulenert Peña Ángel R.	NAME-10	212	Natividad Baizabal Miguel Ángel	CAC-22	77
Muchaud François	GETT-31 CARTEL	123	Natsu Cárdenas Hiroshi	SISG-49	193
Muchaud François	GETT-15	116	Nava Flores Mauricio	GEOPAL-19 CARTEL	100
Muraz Arellano Oracio	RP-3	166	Nava Pichardo Alejandro	VOLG-11	199
Muráez Sosa Carlos	NAME-16 CARTEL	214	Nava Pichardo Alejandro	VOLG-13	200
Muráez Sosa Ismael	GEOH-16	90	Nava Pichardo Alejandro	VOLG-17	201
Muráez Sosa Ismael	IGRGG-13	140	Nava Pichardo Alejandro	SISG-37	189
Miranda Miranda Ubaldo	M9-4 CARTEL	261	Nava Pichardo Alejandro	SISG-48	193
Mitchell David	NAME-13	213	Nava Sánchez Enrique	GGA-9	128
Mirani Abenchuchan Enrique	SISG-50	193	Nava Sánchez Enrique	SED-7	175
Mirre Salazar Luis Miguel	GEOH-18 CARTEL	91	Navarro Mendoza Susana	GEOH-4	86
Mirre Salazar Luis Miguel	GEOH-19 CARTEL	91	Navarro Mendoza Susana	GEOH-5	86
Miyamura Jun'ichi	VOLG-24	204	Navarro Mendoza Susana	M4-11	235
Mong Kingtse	NAME-5	211	Navarro Mendoza Susana	M4-12	235
Morchanov O.	M7-5 CARTEL	252	Navarro Ochoa Carlos	VOLG-11	199
Molina Cástulo	SISG-46	192	Navarro Ochoa Carlos	VOLG-15	201
Molina Cruz Adolfo	NAME-7	212	Navarro Ochoa Carlos	VOLG-18	201
Molina Garza Roberto	GEOQP-4	106	Navarro Sánchez Miguel S	ISG-43	191
Molina Garza Roberto	GEOPAL-4	96	Navarro Verdugo José María	M4-7	233
Molina Garza Roberto	GEOPAL-9	97	Negendank Jörg	GEOPAL-10	98
Molina Garza Roberto	GETT-5	112	Negrete Raquel	GEOPAL-14	99
Momchesi Giancarlo	SISG-41	190	Nieto Obregón Jorge	VOLG-20	202
Morales Saavedra Rogelio	GEOH-16	90	Nieto Samaniego Ángel F.	GETT-12	115
Morales Saavedra Rogelio	M4-9	234	Nieto Samaniego Ángel F.	GETT-22	119
Moroy Contreras Arturo	GEOH-11	88	Nieto Samaniego Ángel F.	GETT-23	120
Moroy Contreras Arturo	GEOH-15	90	Nieto Samaniego Ángel F.	GETT-32 CARTEL	124
Moroy Contreras Arturo	GEOH-23 CARTEL	93	Nieto Samaniego Ángel F.	SISG-52 CARTEL	194
Morero Martínez Guillermo	CAC-24	78	Nishimura Yuichi	VOLG-24	204
Morero Martínez Guillermo	CAC-25	78	Norzagaray Campos Mariano	GEOH-11	88
Morero Martínez Martín	CAC-13	74	Norzagaray Campos Mariano	GEOH-12	89

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Norzaray Campos Mariano	GEOH-15	90	Pérez Enríquez Román	GEOPAL-18	100
Norzaray Campos Mariano	GEOH-23 CARTEL	93	Pérez Enríquez Román	GEOPAL-27 CARTEL	103
Nowaczyk Norbert	GEOPAL-10	98	Pérez Enríquez Román	M7-6 CARTEL	252
Núñez Cornú Francisco	SISG-29	186	Pérez Fernández Joel Bernardo	CAC-11	74
Núñez Cornú Francisco	VOLG-10	199	Pérez Flores Marco Antonio	MMG-5	146
Núñez Cornú Francisco	VOLG-34 CARTEL	207	Pérez López José Luis	CAC-13	74
Núñez Cornú Francisco	SISG-23	184	Pérez Martínez I.	GGA-11 CARTEL	129
Núñez Cornú Francisco	SISG-30	187	Pérez Morga Nancy	OCE-37	160
Núñez Cornú Francisco	SISG-31	187	Pérez Murillo Susana	M8-7 CARTEL	257
Núñez Cornú Francisco	SISG-35	188	Pérez Ramírez Franciscol	GRGG-18 CARTEL	142
Núñez Cornú Francisco	RP-7	168	Pérez Rocha Luis Eduardo	RP-10	169
Núñez Cornú Francisco	VOLG-14	200	Pérez Soto Antonio	EDU-1	81
Núñez Peña Ernesto Patricio	GETT-7	113	Pérez Soto Antonio	SISG-44	191
Núñez Peña Ernesto Patricio	IGRGG-12	140	Pérez Venzor José Antonio	GETT-12	115
O'Brien James	OCE-15	153	Pérez Venzor José Antonio	GETT-13	115
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-25	156	Pérez Venzor José Antonio	IGRGG-5	137
Ocampo Díaz Yanzul Ernesto	GETT-2	111	Pérez Vertti Arturo	SISG-38	189
Ocampo Torres Francisco J.	OCE-2	150	Persaud Patricia	SISG-24	185
Ocampo Torres Francisco J.	OCE-3	150	Persaud Patricia	SISG-28	186
Ocampo Torres Francisco J.	OCE-18	154	Peters Guarín Graciela	RP-1	165
Ocampo Torres Francisco J.	OCE-29	157	Pinedo Álvarez Carmelo	M6-10 CARTEL	247
Ochoa de la Torre José Luis	OCE-23	155	Pinedo Álvarez Carmelo	M6-12 CARTEL	248
Ochoa de la Torre José Luis	OCE-24	156	Pinedo Álvarez Carmelo	M6-14 CARTEL	249
Ochoa Gaona Susana	M6-2	244	Pinzón Salazar Teresa	SED-5	175
Ochoa Gil H.	IGRGG-15	141	Plata Rocha Wenseslao	SISG-4	178
Ochoa Loza Francisco Javier	GEOH-12	89	Plata Rocha Wenseslao	SISG-39	189
Ochoa Valdés Jesús	GGA-6	127	Plata Rocha Wenseslao	M4-10	234
Oda Noda Berta	CAC-14	75	Plata Rocha Wenseslao	M5-2	238
Oliver Ocaño Francisco Miguel	MMG-7	146	Plata Rosas Luis Javier	OCE-8	151
Olvera Ramírez Jesús	M9-1	260	Ponce Rocío	GGA-8	128
Olvera Ramírez Jesús	M9-2	260	Pontoise Bernard	GETT-15	116
Ongay Delhumeau Enrique	M5-6	240	Pontoise Bernard	GETT-31 CARTEL	123
Origel Gutiérrez Gabriel	GETT-19	118	Portugal Marín Enrique	VOLG-4	197
Oropeza Rosales Fernando	CAC-10	73	Posada Sánchez Ana Elena	IGRGG-2	136
Orozco Elfego	RP-1	165	Posada Sánchez Ana Elena	SISG-44	191
Orozco León Luis Raúl	SISG-51	194	Prado Ancona Daniel	SED-7	175
Orozco Quintana Dagoberto	GETT-13	115	Prawirodirdjo Linette	SISG-9	180
Orozco Quintana Dagoberto	IGRGG-5	137	Pretelin Canela Jacinto Enrique	M4-2	231
Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-2	95	Prieto Mendoza Jesús	SED-7	175
Ortega Minakata Ana Teresa	RP-5	167	Prieto Santa Anna Elizabeth	EDU-1	81
Ortega Ramírez José	GETT-31 CARTEL	123	Puente Solís Rafael	VOLG-25	204
Ortega Ramírez José	IGRGG-16 CARTEL	142	Puga Terrazas Soraya	M6-12 CARTEL	248
Ortega Rivera A.	GEOQP-4	106	Puig Henri	M8-4	256
Ortega Ruiz Roberto	SISG-45	192	Pulido Madrigal Leonardo	M6-4	245
Ortega Ruiz Roberto	SISG-46	192	Pulinets Sergey	RP-13	170
Ortiz Acevedo Olivia	GETT-7	113	Quass W. Roberto	VOLG-23	203
Ortiz Bueno Candelario	SISG-39	189	Quass W. Roberto	VOLG-36 CARTEL	207
Ortiz Castro Javier	VOLG-23	203	Quintana Araiza Gabriela	SED-3	174
Ortiz Castro Javier	VOLG-36 CARTEL	207	Quintana Martínez Rey Manuel	M6-12 CARTEL	248
Ortiz Figueroa Modesto	OCE-1	150	Quintana Robles Luis	SISG-45	192
Ortiz Figueroa Modesto	OCE-35	159	Quiroz Hernández Marcela Livier	RP-5	167
Ortiz Figueroa Modesto	RP-2	165	Ramírez Aguilar Isabel	OCE-36	159
Ortiz Figueroa Modesto	SISG-22	184	Ramírez Aguilar Isabel	OCE-41	161
Ostroumov Fink Mikhail	GGA-1	126	Ramírez Aguilar Isabel	OCE-47 CARTEL	163
Owens Thomas J.	SISG-25	185	Ramírez Cruz Luis	GGP-1	131
Pacheco Javier	VOLG-22	203	Ramírez Guzmán Alejandro H.	VOLG-1	196
Pacheco Jesús	IGRGG-15	141	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-6	86
Pacheco Romero Martín	SED-2	173	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-7	87
Padilla Ozuna Fco. Armando	OCE-21	155	Ramírez Hernández Jorge	IGRGG-15	141
Padilla Ricardo	GETT-19	118	Ramírez Hernández Jorge	OCE-6	151
Palacio Prieto José Luis	M8-4	256	Ramírez Manguilar Ana María	GEOPAL-5	96
Palacios José Luis	GETT-19	118	Ramírez O.	VOLG-11	199
Palafox Ávila Germán	GEOH-15	90	Ramírez Ruiz Juan José	VOLG-31 CARTEL	206
Palafox Ávila Germán	GEOH-11	88	Ramírez Ruiz Juan José	VOLG-33 CARTEL	206
Pardo Castro Guillermo	IGRGG-16 CARTEL	142	Ramírez Ruiz Juan José	VOLG-35 CARTEL	207
Pares Sierra Alejandro	OCE-13	152	Ramírez Sánchez Elisa	GEOQP-4	106
Pares Sierra Alejandro	OCE-20	154	Ramírez Sánchez Elisa	GEOQP-6 CARTEL	107
Parés Sierra Alejandro	OCE-12	152	Ramírez Sánchez Hermes Ullises	VOLG-9	198
Park Junjae	GEOPAL-4	96	Ramírez Vázquez Carlos A.	SISG-30	187
Payan Gómez Sergio Arturo	IGRGG-14	141	Ramírez Vázquez Carlos A.	SISG-29	186
Payan Rosendo	SISG-46	192	Ramírez Vázquez Carlos A.	VOLG-10	199
Peña Alonso T.A.	GEOQP-4	106	Ramírez Vázquez Carlos A.	VOLG-34 CARTEL	207
Perelló Reina Diego	OCE-29	157	Ramos Anleu Dulce Abril	GETT-13	115
Pereyra Díaz Domitilo	CAC-7	72	Ramos Anleu Dulce Abril	IGRGG-5	137
Pereyra Díaz Domitilo	CAC-22	77	Ramos H. Silvia	VOLG-29 CARTEL	205
Pereyra Díaz Domitilo	CAC-23	78	Ramos H. Silvia	VOLG-23	203
Pérez Campos Xyoli	SISG-24	185	Ramos Jiménez Esteban	M7-1	251
Pérez Campos Xyoli	SISG-26	185	Randall Roberts John Alexander	GEOH-21 CARTEL	92
Pérez Campos Xyoli	SISG-28	186	Randall Roberts John Alexander	MMG-8	147
Pérez Enríquez Román	M7-5 CARTEL	252	Rangel Medina Miguel	GEOH-16	90

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Rangel Medina Miguel	M4-9	234	Royer Jean Yves	GETT-31 CARTEL	123
Rebollar Bustamante Cecilio J.	SISG-32	187	Royo Ochoa Miguel	GEOH-1	85
Rebollar Bustamante Cecilio J.	SISG-38	189	Royo Ochoa Miguel	GEOPAL-8	97
Requena Lara Glenda N.	IGRGG-7	138	Royo Ochoa Miguel	GGA-3	126
Requena Lara Glenda N.	M2-2	224	Royo Ochoa Miguel	IGRGG-14	141
Reyes Cortés Ignacio Alfonso	GEOPAL-8	97	Royo Ochoa Miguel	M5-8	240
Reyes Cortés Ignacio Alfonso	GEOH-1	85	Rozier Wouter	M4-3	231
Reyes Cortés Ignacio Alfonso	GGA-3	126	Rubio Recio José Manuel	IGRGG-7	138
Reyes Cortés Ignacio Alfonso	IGRGG-14	141	Rudolph Max	TSSZ-2	217
Reyes Dávila Gabriel A.	M5-8	240	Rueda Gaxiola Jaime	GETT-3	111
Reyes Dávila Gabriel A.	SISG-30	187	Rueda Gaxiola Jaime	SED-4	174
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-11	199	Rueda Gaxiola Jaime	SED-5	175
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-13	200	Rueda Hurtado Rocío	M5-4	239
Reyes Dávila Gabriel A.	SISG-29	186	Ruiz Cruz Euclides	SISG-18	183
Reyes Dávila Gabriel A.	SISG-31	187	Ruiz Geraldo Gabriela	SED-1	173
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-10	199	Ruiz Montes Iris Lillian	RP-5	167
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-11	199	Rutz López Marta	SISG-23	184
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-14	200	Rutz López Marta	SISG-30	187
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-34 CARTEL	207	Rutz López Marta	SISG-31	187
Reyes Dávila Gabriel A.	VOLG-17	201	Rutz López Marta	SISG-35	188
Reyes Dávila Gabriel A.	SISG-12	181	Rylov X. Albert	GGA-5	127
Reyes Hernández Rocío	GEOH-6	86	Rylov X. Albert	GGA-6	127
Reyes López Jaime A.	IGRGG-15	141	Saade Rafael Lira	M1-5	221
Reyes López Jaime A.	GEOH-6	86	Sabina Federico J.	SISG-5	178
Reyes López Jaime A.	GEOH-7	87	Sabina Federico J.	SISG-6	179
Reyes Salas Adela Margarita	GEQOP-5	107	Sabinin Vladimir	GGP-3	131
Reyes Serrano Rogelio	SISG-43	191	Sabinin Vladimir	GGP-9 CARTEL	134
Reyes Zamora Cesar Alfonso	SISG-49	193	Sabinin Vladimir	SISG-7	179
Reyez Dávila Gabriel A.	SISG-32	187	Sadovnychiy Sergiy	M6-7	246
Rilsager Janna	GEOPAL-12	98	Sadovnychiy Sergiy	M8-9 CARTEL	257
Rilsager Peter	GEOPAL-12	98	Sáenz Aragón Jesús	M6-11 CARTEL	248
Ritzwoller Michael	TSSZ-1	217	Sahay Pratap	SISG-2	178
Rivas Sánchez M.L.	GEOPAL-23 CARTEL	102	Sahay Pratap	SISG-3	178
Rivera Recillas David E.	GGP-4	131	Sahay Pratap	SISG-1	178
Rivera Recillas David E.	GGP-7	133	Salas de León David	GEOPAL-3	95
Rivera Recillas David E.	GGP-10 CARTEL	134	Salazar Peña Leobardo	SISG-34	188
Robles Pacheco José María	OCE-4	150	Saldaña Flores Ricardo	M9-4 CARTEL	261
Rocha Guerrero Ernesto S	ISG-43	191	Salinas González Felipe	GGA-9	128
Rodríguez Cardozo Laura	M2-4	225	Salinas Prieto José Antonio	CAC-4	71
Rodríguez Castañeda José Luis	GETT-1	111	Salinas Prieto José Antonio	NAME-4	210
Rodríguez Chávez Francisco	GEOPAL-3	95	Salmerón García Olivia	M2-1	224
Rodríguez Chávez Francisco	GEOPAL-17	100	Samaniego Lermo Javier	SISG-40	190
Rodríguez Elizarraras Sergio	GETT-30 CARTEL	123	Sánchez Andrés Raquel	CAC-21	77
Rodríguez Elizarraras Sergio	SISG-42	191	Sánchez Andrés Raquel	M4-4	232
Rodríguez Elizarraras Sergio	VOLG-36 CARTEL	207	Sánchez Andrés Raquel	M4-5	232
Rodríguez Jiménez Concepción	M6-2	244	Sánchez Andrés Raquel	M4-7	233
Rodríguez Julio César	M1-3	220	Sánchez Barba Alejandro	CAC-28 CARTEL	79
Rodríguez López Olivia	NAME-15	214	Sánchez Barba Alejandro	OCE-46 CARTEL	162
Rodríguez Lozoya Héctor Enrique	SISG-32	187	Sánchez Carrillo Salvador	CAC-21	77
Rodríguez M.	GEOPAL-5	96	Sánchez Carrillo Salvador	M4-4	232
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	GETT-25	121	Sánchez Carrillo Salvador	M4-5	232
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	GETT-26	121	Sánchez Carrillo Salvador	M4-7	233
Rodríguez Ramírez Joel E.	MMG-6	146	Sánchez Cordero Víctor	M1-6	222
Rodríguez Ramos Reinaldo	SISG-5	178	Sánchez Gómez Rubén	CAC-26	78
Rodríguez Ramos Reinaldo	SISG-6	179	Sánchez Gómez Rubén	NAME-10	212
Rodríguez Rodríguez Ranulfo	M2-5	225	Sánchez Layna Javier	GGP-2	131
Rodríguez Sobreyra Ranulfo	M8-5	256	Sánchez Montante Orzo	OCE-40	161
Rodríguez Sobreyra Ranulfo	M2-6	225	Sánchez Osvaldo	SISG-12	181
Rodríguez Sobreyra Ranulfo	M2-7	225	Sánchez Rodríguez Julia del Carmen	SISG-49	193
Rojo Francisco	GEQOP-8 CARTEL	108	Sánchez Sesma Jorge	NAME-12	213
Román Contreras Jesús	GEOH-7	87	Sandoval Medina Fernando	VOLG-4	197
Romero Centeno Rosario	OCE-15	153	Sandoval Ochoa José Héctor	M3-5	229
Romero de la Cruz Oscar	SISG-47	192	Sansón Reyes Leodegario	M1-4	221
Romero Espejel Héctor	IGRGG-3	136	Santana José L.	RP-4	166
Romo Jones José Manuel	GGP-8	133	Santiago Alarcón Adriana Gisela	GEOH-24 CARTEL	93
Romo Jones José Manuel	MMG-7	146	Santiago Jiménez Hydyn	VOLG-11	199
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-3	131	Santiago Jiménez Hydyn	VOLG-31 CARTEL	206
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-5	132	Santiago Santiago José Antonio	SISG-14	181
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-9 CARTEL	134	Santoyo Miguel Ángel	SISG-13	181
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-10 CARTEL	134	Sanvicente Sánchez Héctor	M4-8	233
Ronquillo Jarillo Gerardo	SISG-7	179	Schaaf Peter	GEQOP-2	105
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-7	133	Schaaf Peter	GEQOP-3	105
Ronquillo Jarillo Gerardo	GGP-4	131	Schaaf Peter	TSSZ-4	218
Rosas Elguera José	GEOPAL-6	96	Schemm Jae	NAME-5	211
Rosas Elguera José	GEOPAL-7	97	Schmitt Stuart	SISG-12	181
Rosas Elguera José	GEOPAL-25 CARTEL	103	Schwennicke Tobías	SED-1	173
Rosas Elguera José	RP-4	166	Schwennicke Tobías	SED-3	174
Rouwet Dmitri	VOLG-19	202	Seiler Roberto	CAC-17	75
Rouwet Dmitri	VOLG-30 CARTEL	205	Sekerzh Zenkovich Sergey Ya	SISG-19	183
Royer Jean Yves	GETT-15	116	Serrano Cruz Jorge	IGRGG-6	138

Autor	No. de trabajo	Página	Autor	No. de trabajo	Página
Serrato de la Cruz Bertha Amalia	M5-10 CARTEL	241	Tereshchenko Emmanuilovna Irina	CAC-6	72
Serrato de la Cruz Bertha Amalia	M8-8 CARTEL	257	Tereshchenko Emmanuilovna Irina	OCE-38	160
Serrato Díaz Gloria	IGRGG-16 CARTEL	142	Terrill Eric	OCE-3	150
Sevilla Hernández María Luisa	M6-2	244	Terrill Eric	OCE-2	150
Sevre Erik O.D.	TSSZ-2	217	Thompson Rebecca	SED-1	173
Sewell Granville	TSSZ-5	218	Thonon Ivo	RP-1	165
Shapiro Nikolai	TSSZ-1	217	Tolson Gustavo	EDU-6	82
Sheinbaum Pardo Julio	OCE-23	155	Tolson Gustavo	GETT-19	118
Sheinbaum Pardo Julio	OCE-24	156	Tolson Gustavo	GETT-12	115
Shevniñ X. Vladimir	GGA-5	127	Torres Morales Gilbert	SISG-40	190
Shevniñ X. Vladimir	GGA-6	127	Torres Morales Gilbert	SISG-42	191
Shirasago Germán Bernardo	OCE-25	156	Torres Ramírez Luis Alberto	MMG-4	146
Shuttleworth W. James	NAME-11	213	Torres Rodríguez Joaquín Rodolfo	VOLG-7	197
Sichler Bertrand	GETT-31 CARTEL	123	Torres Rodríguez Joaquín Rodolfo	VOLG-3	196
Siebe Claus	TSSZ-4	218	Torres Rodríguez Marco Antonio	VOLG-5	197
Sierra Carrascal Eduardo	OCE-3	150	Torres Rodríguez Vicente	M1-6	222
Simoneit Bernd R.T.	VOLG-9	198	Torres Santillán Mauricio	GEOH-7	87
Singh Ramesh	RP-13	170	Toudert Djamel	M5-5	239
Singh Shri Krishna	SISG-13	181	Toudert Djamel	M8-2	255
Singh Shri Krishna	SISG-14	181	Trasviña Castro Armando	OCE-1	150
Skiba Yuri	OCE-30	158	Trasviña Castro Armando	OCE-16	153
Skiba Yuri	OCE-31	158	Trasviña Castro Armando	OCE-42	161
Sladen Anthony	SISG-33	187	Trejo Gómez Elizabeth	SISG-23	184
Soares López J. Juracy	IGRGG-3	136	Trejo Gómez Elizabeth	SISG-30	187
Soler Aburto Alfonso	M6-8	247	Trujillo Riquer Guadalupe	SISG-40	190
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-20 CARTEL	101	Umhoefer Paul J.	GETT-16	117
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-21 CARTEL	101	Umhoefer Paul J.	GETT-14	116
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-5	96	Umhoefer Paul J.	SED-1	173
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-22 CARTEL	101	Uribe Alcántara Edgar Misael	NAME-11	213
Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-7	97	Uribe Carvajal Antonio	RP-9	169
Soler Arechalde Ana María	GEOQP-5	107	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-5	96
Solís Alvarado Yolanda	M4-8	233	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-20 CARTEL	101
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-2	105	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-22 CARTEL	101
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-3	105	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-1	95
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-10 CARTEL	109	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-3	95
Solís Villagrán Zeferino	M6-6	246	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-6	96
Solorza Selene	SISG-2	178	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-7	97
Solórzano Hilda Rivas	M2-8	226	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-8	97
Sommer Cervantes Irene	M2-8	226	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-11	98
Sorani Valentino	M1-6	222	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-12	98
Sorani Valentino	M5-6	240	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-13	99
Sorani Valentino	M5-7	240	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-15	99
Sosa Cerecedo Manuel	M6-12 CARTEL	248	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-17	100
Sosa Cerecedo Manuel	M6-14 CARTEL	249	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-21 CARTEL	101
Sosa Ismael Minjárez	M4-9	234	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-23 CARTEL	102
Sosa López Atahualpa	M8-4	256	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-25 CARTEL	103
Sosson Marc	GETT-15	116	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-26 CARTEL	103
Sosson Marc	GETT-31 CARTEL	123	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOQP-5	107
Soto Mardones Luis	OCE-13	152	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOQP-9 CARTEL	108
Stein Janet Louis	M1-5	221	Urrutia Fucugauchi Jaime	GETT-19	118
Stimac Jim	TSSZ-4	218	Vachard Daniel	M7-7 CARTEL	253
Stock Joann	SISG-12	181	Valadez Pérez Juan Carlos	M6-7	246
Suárez Altamirano José Miguel	OCE-42	161	Valadez Pérez Juan Carlos	M8-9 CARTEL	257
Suárez Arriaga Mario César	VOLG-8	198	Valdés González Carlos M.	VOLG-36 CARTEL	207
Suárez Plascencia Carlos	GETT-7	113	Valdés González Carlos M.	SISG-27	186
Suárez Plascencia Carlos	IGRGG-12	140	Valdez López Tito Armando	SISG-43	191
Suárez Plascencia Carlos	RP-7	168	Valdivia Ornelas Luis	RP-4	166
Suárez Plascencia Carlos	SISG-23	184	Valdivia Ornelas Luis	RP-5	167
Suárez Plascencia Carlos	SISG-30	187	Valdivia Pimentel Daniel	IGRGG-5	137
Suárez Plascencia Carlos	VOLG-10	199	Valenzuela Lagarda Javier	M1-3	220
Suárez Plascencia Carlos	VOLG-14	200	Valenzuela Wong Raúl	SISG-25	185
Suárez Vidal Francisco	RP-11	169	Valle Levinson Arnoldo	OCE-42	161
Suárez Vidal Francisco	SISG-37	189	Valverde Plascencia Antonio	SISG-20	183
Talavera O.	GGA-11 CARTEL	129	Van Afferden Manfred	GGA-4	127
Taran Yuri	VOLG-1	196	Van Dorst Lucinda	M4-3	231
Taran Yuri	VOLG-2	196	Van Westen Cees	RP-1	165
Taran Yuri	VOLG-19	202	Vargas Bracamontes Dulce	VOLG-17	201
Taran Yuri	VOLG-30 CARTEL	205	Vargas Cabrera Carlos	GEOH-22 CARTEL	92
Taud Hind	M3-3	228	Vargas Mendoza Fabián	M6-2	244
Taud Hind	M3-4	229	Varley Nicholas	VOLG-19	202
Tax Pedro	RP-1	165	Varley Nicholas	VOLG-30 CARTEL	205
Tejada Bautista Edgardo	GEOH-9	88	Varley Nick	VOLG-2	196
Tejada Martínez Adalberto	CAC-16	75	Varley Nick	VOLG-16	201
Tejada Martínez Adalberto	CAC-29 CARTEL	79	Vázquez Castro Gabriel	GEOPAL-2	95
Tejada Villa Antonio	M4-2	231	Vázquez González Rogelio	GEOH-2	85
Téllez Alatorre José Armando	M5-9	241	Vázquez González Rogelio	GEOH-9	88
Téllez Valdez Oswaldo	M6-8	247	Vázquez L. Jazmín	VOLG-23	203
Téllez Valdez Oswaldo	M1-5	221	Vázquez Rosas Ricardo	RP-3	166
Tereshchenko Emmanuilovna Irina	EDU-7 CARTEL	83	Vela Coiffier Martha Patricia	M6-9	247
Tereshchenko Emmanuilovna Irina	CAC-5	72	Vela Coiffier Martha Patricia	M6-13 CARTEL	249

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2003 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
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, B.C., México
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado, Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
México, 04510, D.F., México
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión

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

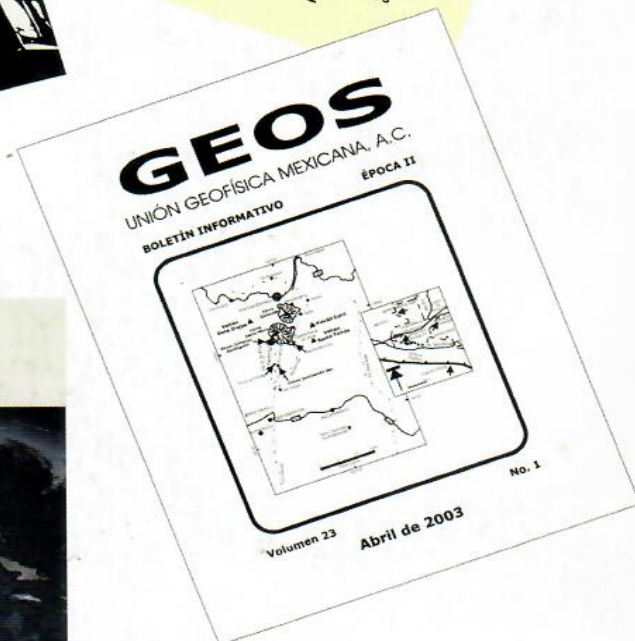
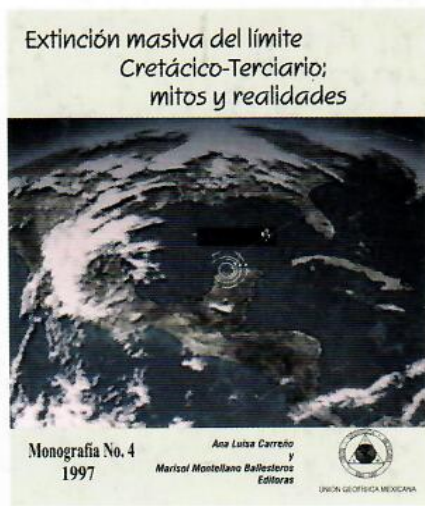
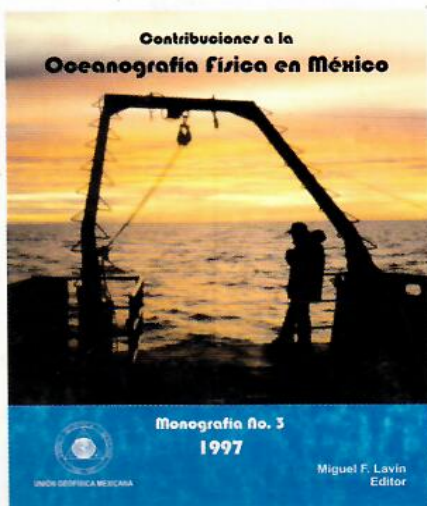
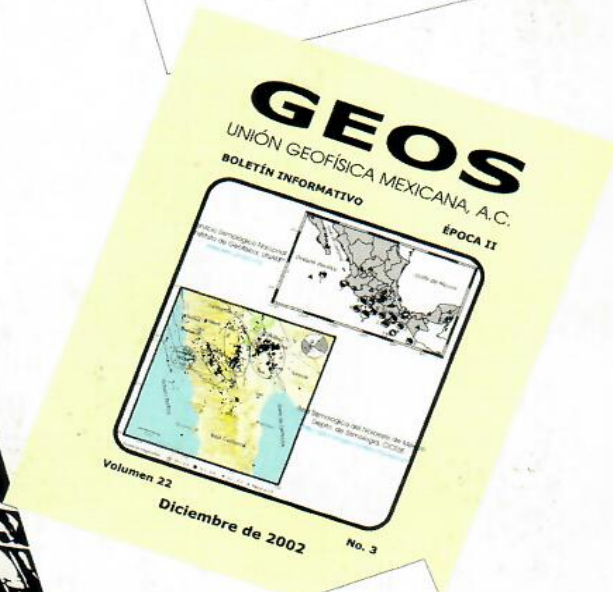
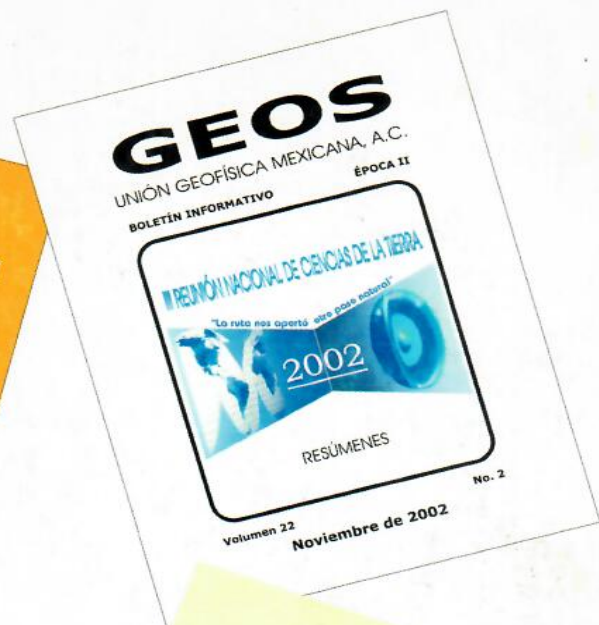
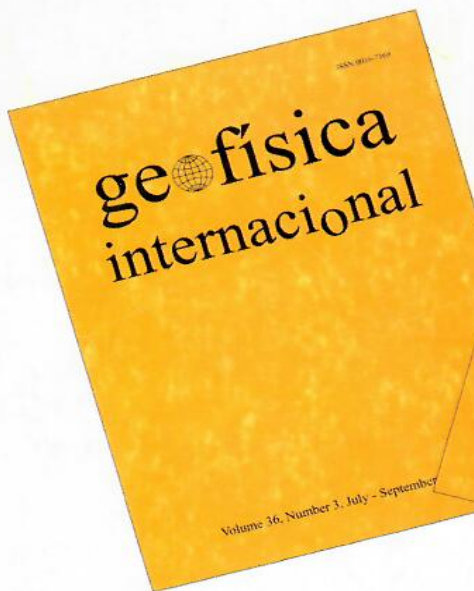
Revista a la venta con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Costo del ejemplar \$60.00

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: (01)5622-4130 y 5622-4137
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.